

954

PERIODICAL

*Inter-Ames. Trop. Tuna Comm.
Annual Report*

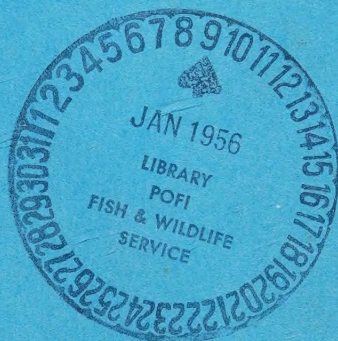
1954

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1954



COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1954

La Jolla, California

1955

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

MEMBERS

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

MIEMBROS

Costa Rica

José L. Cardona-Cooper

Virgilio Aguiluz

Víctor Nigro

Panamá

Miguel A. Corro

Domingo A. Díaz

Walter Myers, Jr.

United States — Estados Unidos de América

Lee F. Payne

Eugene D. Bennett

Gordon W. Sloan

John L. Farley

**INTER-AMERICAN
TROPICAL TUNA COMMISSION**

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1954

**COMISION INTERAMERICANA
DEL ATUN TROPICAL**

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1954

La Jolla, California

1955

CONTENTS

INDICE

Annual Report of the Commission (Versión en inglés) 3-12

Informe Anual de la Comisión (Spanish version) 13-23

Appendix (Versión en inglés)

A. Report of the Director on the investigations during
the year 1954 24-59

Apéndice (Spanish Version)

A. Informe del Director sobre las investigaciones efectuadas
durante el año 1954 60-100

REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1954

The Governments of Costa Rica and the United States, being mutually interested in the conservation of the tropical tunas and of the bait-fishes required for capturing them, entered into a Convention in 1950 establishing the Inter-American Tropical Tuna Commission. The Convention provides that other governments having an interest in the tuna and tuna-bait resources may adhere to the Convention by a simple exchange of correspondence with the existing members. The Government of Panamá adhered to the Convention in the fall of 1953.

The Commission has the purpose of gathering and interpreting factual information to facilitate maintaining the populations of tunas and tuna-bait fishes at levels which will permit maximum sustained catches year after year. To this end it is authorized and directed by the Convention to conduct necessary scientific investigations of all kinds, to publish reports on its research results, and to recommend, on the basis of its scientific investigations, proposals for joint action to maintain the fish populations at levels permitting maximum sustained yields.

The Commission instituted its scientific research in 1951 with a small staff, which has been augmented as additional financial support has permitted. The year 1954 is the fourth year of investigations. During the four years, the staff has made rather good progress on gathering much of the scientific information required for the purposes of the Convention. At the outset, the biology and ecology of the tunas, and of the principal bait species, as well as the condition of the fishery, was almost entirely unknown. A very great deal remains to be learned, and some important aspects of the biology and ecology of the tunas remain entirely uninvestigated, but we are now approaching possession of sufficient information to assess very generally the status of the fishery, and to provide an important part of the scientific basis of future conservation measures.

Program of Investigations

The Commission has repeatedly adopted a comprehensive program of scientific research, and recommended necessary appropriations for carrying it out. Funds appropriated have, however, never been sufficient for carrying out the complete program recommended, and, especially, have been inadequate to support work at sea from research vessels. Fortunately, through co-operative arrangements with other research agencies, some of the work at sea has been accomplished in spite of this, although in a manner less than adequate for the Commission's purposes.

During 1954, the research program included the following lines of investigation:

- 1) Continuing routine collection and analysis of catch statistics, logbook data, and related information for measuring changes in yield, abundance, and intensity of fishing for the tunas and bait fishes.
- 2) Compilation and analysis of historical statistical data, for measuring changes in abundance and yield of the fish populations in response to changes in fishing intensity as well as environmental factors.
- 3) Research on the theory of population dynamics to provide a basis for interpreting the foregoing statistical data with respect to estimation of level of maximum sustainable catch.
- 4) Continuation of studies of the biology, ecology, and life history of bait species, with major emphasis on the anchoveta. During 1954 field studies were commenced at Panamá, one of the most important of the anchoveta producing areas.
- 5) Research in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, to evaluate results of the experimental reintroduction of anchovetas, and to study the biology, ecology, and life histories of this and other bait species.
- 6) Investigations, on a limited scale, of the life history and biology of the yellowfin and skipjack tunas, primarily by means of examination of samples of the commercial catch, but also by means of observations at sea from commercial fishing vessels and from research vessels of the Scripps Institution of Oceanography and the California State Fisheries Laboratory.
- 7) Co-operation with the Scripps Institution of Oceanography and other agencies in the collection and analysis of oceanographic data from the Eastern Pacific; interpretation of such data to further elucidate the ecology of the tropical tunas.

Progress on Investigations

During 1954 the Commission's research program was augmented by the initiation of studies of bait fishes in the Gulf of Panamá, from a newly-established laboratory on Taboga Island, and by some further expansion of our limited investigations into the biology and ecology of the tropical tunas. This acceleration of investigations was made possible by a small increase in research funds, to \$116,445 for the fiscal year 1954-1955, by some reallocations, and by continued valuable assistance from other agencies of the member governments.

Research funds are a good deal less than requested by the Commission, as a consequence of which it has been necessary again to postpone research at sea which is required for adequate understanding of the tuna fishery, and

is an indispensable basis of efficient management recommendations at such time as they become necessary. It is indicated by research already completed that recommendations for the control of fishing to maintain the yield of yellowfin tuna may be required when economic circumstances result in an increase in fishing intensity, which is now declining. Since careful and adequate sea-going investigations will require some years to produce needed facts, it seems unwise to continue to defer them year after year. Fortunately, some work at sea has been made possible by the co-operation of other research agencies, but it must not be assumed that this is adequate to the Commission's needs.

The Commission maintains in continuing operation a system of collection, tabulation, and analysis of catch statistics, logbook data, and related information on the operations and results of the fleet of tuna fishing vessels based on the U. S. West Coast, which accounts for over ninety percent of the fishery for tropical tunas in the Eastern Pacific. Statistics of total catch are collected for the entire fishery, with the aide of agencies of the United States and other governments. From this information we are able to assess, on a continuing, current basis, the geographic distribution, the yield, and the apparent abundance of the tunas and bait fishes. By comparison with similar data for past years, we are able to estimate the current condition of the fish stocks.

As reported before, a very large amount of historical data has been collected, and is being analyzed, for the purpose of determining the effects of fishing on the tuna stocks. During 1954, the basic tabulation of all of the historical logbook data was completed and its analysis has progressed rapidly. Data respecting catch-per-day's-fishing have been reduced to comparable measurements over the series of years available, and there have been investigated the relationships between catch-per-day's-fishing and catch-per-day's-absence. On the basis of this, it has been possible to estimate changes in abundance of the tuna species, based on catch-per-day's-fishing, over the period from 1934 to date, as related to changes in fishing intensity and total catch. The results of these researches have confirmed the conclusions, previously based on catch-per-day's-absence alone (which required certain assumptions which are now not necessary), that (1) the fishery for yellowfin tuna is sufficiently intense to very markedly affect the average abundance of the stocks, and (2) for skipjack tuna there is no clear relationship between fishing intensity and abundance, which is quite variable from year to year, suggesting that the stocks of this species are being fished at a relatively low level of exploitation.

Analysis of historical and current data on the change in abundance and yield of the tuna stocks has progressed sufficiently to warrant the publication of a scientific report on this subject in the near future. Such a report is in process of preparation.

Additional research on the theory of the dynamics of fish populations

under exploitation by fishing, has provided a basis for a preliminary estimation of the current condition of the yellowfin tuna (considering the aggregate of all stocks in the Eastern Pacific) with respect to the condition corresponding to the maximum average sustainable yield. On this basis, it appears that the over-all fishing intensity for this species in the Eastern Pacific is now in the vicinity of the intensity corresponding to maximum yield, and that, therefore, any sizable increase in intensity could be expected to result in a decrease in sustainable catch. For skipjack, on the contrary, a sizable increase in total catch appears possible.

In order to make it possible to obtain the maximum yield from each tuna species in the Eastern Pacific, it will be necessary to understand the dynamics of each of the natural units, or stocks, composing each species. Fundamental to such understanding is information concerning the relationships of the members of each species in the Eastern Pacific to those in the Pacific further to the westward, and knowledge of the degree to which the species are separated into independent or semi-independent stocks *within* the region of the Eastern Pacific. Comparison of morphometric measurements of yellowfin tuna from the Eastern Pacific with similar measurements of specimens from further westward indicates that the fish of the region of our fishery are distinct; a scientific report on these studies is being published. Analyses of similar data for skipjack, based on measurement data collected during 1954, plus data previously available, have been made, but the information is yet inadequate for firm conclusions. Morphometric data respecting skipjack from different localities within the Eastern Pacific are also in process of collection and analysis, but will probably not be, in themselves, sufficient for definite conclusions.

Direct measurement of migrations of tunas, by means of tagged specimens, is of very great importance. The California State Fisheries Laboratory has made a start on this approach, but results of that program indicate the need for both improved tagging techniques and liberation of larger number of tagged fish, if a sufficient number of returns to elucidate the tunas' migrations are to be obtained in a reasonable period of years. It is of importance for the Commission to assist in this program as soon as it is financially able to do so.

Inferences respecting the population structure of the tunas of the Eastern Pacific may also be drawn from information on the size-composition of the stocks in different areas, gathered continuously throughout the year. For this purpose, and others, the staff commenced in the summer of 1954 the systematic collection of measurements of representative samples of the commercial landings, chosen to cover all major fishing regions, by monthly time intervals. This has involved solution of practical sampling problems at the ports of landing. This program of "market measurements" is being developed in co-operation with scientists of the California State Fisheries Laboratory.

Size-frequency information collected in this manner is also valuable for elucidating other important aspects of the biology of the tunas, including the age and rate of growth, age and size of entry into the commercial catch, and mortality rates. From such data, collected over a series of years, it should also be possible to determine whether the observed large, short-term variations in apparent abundance of skipjack are due to changes in their availability to the fishermen, or due to changes in the true abundance in the sea, resulting from variations in recruitment to the catchable stock.

Knowledge of seasonal and geographical distribution of spawning is important to understanding of the biology of the tunas, particularly with reference to the interpretation of size frequency information described above. A study has, therefore, been commenced, based on the examination of gonads of samples of the commercial catch. During 1954 the investigation has been restricted to the study of specimens from only two regions, one off Baja California and the other off Central America, and major emphasis has been placed on the development of rapid methods for determining stage of sexual maturity, which may be subsequently applied to more comprehensive coverage of the entire fishing area.

During 1954, the staff has had an opportunity to conduct, in co-operation with the Scripps Institution of Oceanography, an investigation of the occurrence of sub-surface tunas in the sea regions off Baja California, aboard the research vessel *Paolina T.* Three cruises, each of about 30 days' duration, were made in this region, resulting in the determination that very few tunas are to be taken with sub-surface longline fishing gear, and that the few specimens obtained by this means were not the large, old fish which are to be taken by such gear in equatorial waters. It appears, therefore, that sub-surface yellowfin tuna do not occur in significant numbers in the offshore areas north of 20° N. latitude, in contrast to the situation in equatorial waters, where expedition "Longline" encountered fair quantities of large sub-surface yellowfin and bigeye tuna in 1953.

At the same time, there were made from the *Paolina T.* and other vessels of the Scripps Institution, observations in this region of the oceanic circulation, of standing crops of zooplankton, and of the occurrence of fish eggs and larvae, as well as collections of stomach contents of tunas. Most of this material is still being studied by specialists of the Tuna Commission and of Scripps Institution. It may be reported, however, that, in general, the crops of food organisms upon which the tunas depend become notably sparser as one goes offshore. The higher basic productivity of the waters nearer to the coast off Baja California is apparently due to along-shore upwelling in this area, and is probably responsible for the concentrations of tropical tunas which support the successful fishery in this area. Unfortunately, observations did not include the Revillagigedo Islands vicinity, which is a productive tuna-fishing area, the productivity of which must be related to some other physical phenomena.

Although the Commission has been unable to undertake oceanographic investigations with its own resources, it has been possible to continue to make some progress toward understanding the basic oceanography of the area of the tuna fishery through co-operative arrangements with other agencies. Important data have been collected by the "Shellback" expedition in 1952, the "Longline" expedition in 1953, and the "Pelagic Area Studies" in 1954. The data of the "Shellback" expedition are being analyzed by oceanographers of the Scripps Institution, and a report on the results is expected to be published during the next year. Oceanographic data obtained by "Longline" have been analyzed and published by Dr. W. S. Wooster and Mr. F. D. Jennings, of Scripps Institution of Oceanography, in the January 1955 issue of "California Fish and Game." "Pelagic Area Studies" data are still undergoing analysis. The Commission's contribution to the analytical aspects has consisted only of the provision of some clerical assistance to the scientists of Scripps Institution engaged in this work. The Commission has been very fortunate in being able to obtain part of the oceanographic information required for its purposes by these means. It continues, however, to be important to make provision for oceanographic investigations by our own staff members, both to accelerate the analysis of data which has already been collected, and to make possible collection and evaluation of observations particularly designed to elucidate the seasonal and annual variations in the oceanic circulation, and other processes, which are important to the ecology of the tropical tunas.

Studies of the biology and ecology of the bait fishes have been directed almost exclusively to the anchoveta, which is the most important of the tuna-bait species, and concerning which almost nothing was known prior to the initiation of the Commission's studies. Collections of materials made by co-operating members of the tuna fleet have been supplemented by field observations by our staff members. Further field tests have been made of tags and tagging techniques, preliminary to an extensive tagging program to be carried out in the Gulf of Panamá in 1955. In October 1954 there was established on Taboga Island in Panamá a regional laboratory, staffed by a resident scientist and three local assistants, to study in detail the life history and ecology of the anchoveta in the Gulf of Panamá.

In addition to studies of the anchoveta in the Gulf of Panamá investigations are being undertaken to elucidate the effects of the seasonal upwelling of deep, nutrient-rich water on the general productivity of the Gulf, which is believed to be the basic support of the large populations of bait-fishes, shrimp, and other marine organisms in the Gulf. These studies are based on hydrographic and biological observations by our staff, and on an excellent series of historical records of sea level, sea temperature, and meteorological data collected for nearly 50 years by the Panamá Canal Co.

Investigations have continued at our Puntarenas laboratory into the hydrographic regime in the Gulf of Nicoya, and into the biology and ecology

of bait-fishes and related species. A report on the anchovies and herring-like fishes of the Gulf has been drafted, and will be completed for publication in the near future.

Continuing observations are being made to evaluate the experimental transplantation of anchovetas from Panamá to the Gulf of Nicoya. Present indications are most encouraging as to the ultimate rehabilitation of this species in that locality. In the spring of 1954, following the introduction of mature adults from Panamá in the fall of 1953, we commenced to obtain specimens of young anchovetas in our collections. Collections of these fish, presumed to be the progeny of the fish transplanted from Panamá, were made throughout the summer, and the fish reached sexual maturity in August. From the gonads of females in the collections, it appears that spawning continued through at least November 1954. Small juveniles have been taken commencing in December, which are presumably the progeny of this spawning. It remains, of course, to be seen how rapidly the population increases again to a size which will permit resumption of bait-fishing in the Gulf.

Plankton hauls have been taken in both 1953 and 1954 for the purpose of verifying, by means of occurrence of eggs and larvae, the spawning of the anchovetas in the Gulf of Nicoya. We are, however, not yet able to identify with certainty the eggs and larvae of this species, since there are several other species in the Gulf with similar eggs and larval stages. The task of making sure identifications of this material is a slow one, and it may be yet some months before it is accomplished.

The measurement of changes in abundance of bait-fish stocks must depend primarily, just as in the case of the tunas, on statistical measurements of success of bait-fishing, based on logbook records kept by fishing vessel masters. We are, of course, collecting such data currently on a continuing basis. Historical records in sufficient numbers to be of value in this respect extend back to about 1945. The basic data have been tabulated from both the current and historical records, and preliminary summarizations have been made by means of punch-card computers. Analysis of changes in abundance of bait fishes in the more important baiting areas is proceeding.

Further details on the research of the Commission during 1954 is given in a report by the Director of Investigations, attached hereto as Appendix A.

Publication of Research Results

Some phases of the Commission's investigations have progressed sufficiently to warrant publication of scientific reports on them. The Commission publishes the results of its research in a scientific Bulletin series. During 1954, were published the first two of these:

Bulletin, Volume 1, Number 1—"A study of populations of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, based on meristic characters," by Gerald V. Howard (English with Spanish summary).

Bulletin, Volume 1, Number 2—"Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries" by Milner B. Schaefer (English).

Numbers 3 and 4 of Volume 1 of the Bulletin are being printed and will be off the press early in 1955.

Bulletin, Volume 1, Number 3—"Algunos aspectos de la dinámica de las poblaciones y su importancia para la administración de pesquerías marinas comerciales" por Milner B. Schaefer (Spanish version of Volume 1, Number 2).

Bulletin, Volume 1, Number 4—"Morphometric comparison of yellowfin tuna from Southeast Polynesia, Central America, and Hawaii" by Milner B. Schaefer (English and Spanish).

In addition to publication in the Commission's Bulletin, some research of staff members is also published in other scientific journals. Seven such papers have been published or are now in press. A list of them is given in the Report of the Director of Investigations (page 59).

Appointment of Commissioners from Panamá

The President of Panamá appointed the following members of the Panamanian Section of the Commission:

Miguel A. Corro, Secretary of Commerce and Industries, Ministry of Agriculture, Commerce and Industries.

Walter Myers, Jr., Secretary, Panamanian Embassy, San José, Costa Rica.

Domingo A. Díaz, Consul General of Panamá at Los Angeles, California.

Membership Change

On April 13, 1954 Col. John A. Farley was appointed to membership on the United States Section of the Commission, to replace Dr. John L. Kask who resigned on July 7, 1953.

Annual Meeting

The Commission held its regular annual meeting in San José, Costa Rica on August 11, 1954. The following actions were taken:

- 1) Approved for publication the Annual Report for the year 1953.
- 2) Reviewed investigations in progress and discussed and approved investigations to be undertaken during fiscal year 1954-1955.
- 3) Discussed in detail the research program necessary to carry out the Commission's duties under the terms of the Convention and the neces-

sary budget for it. Recommended to the member governments for fiscal year 1955-1956 a reasearch program requiring a budget of \$367,202.

4) Determined, on the basis of current information on utilization of yellowfin and skipjack tuna in the respective countries, that, for fiscal year 1955-1956, the joint expenses of the Commission should be shared in the following proportions: United States 99.8%; Costa Rica 0.2% or \$500 whichever is the greater; Panamá \$500.

5) Elected Sr. Lic. Virgilio Aguiluz Chairman and Col. John L. Farley Secretary for the next year.

6) Agreed to hold the next regular annual meeting in Panamá.

A small increase in funds for research, and the use for other purposes of funds employed the previous year for vessel charter in transplanting anchovetas, has made possible extending research on tuna biology and life history to include important new lines of investigation based on the biological examination of the commercial catch as landed. It has also been possible to commence comprehensive investigations of the anchovetas of the Gulf of Panamá, and of important aspects of their environment, both physical and biological. Due to continued active co-operation of the Scripps Institution of Oceanography, the California State Fisheries Laboratory, and other agencies, some of the sea-going phases of our research program have been carried forward on a partial, but productive, basis. The research program deemed necessary for the full attainment of the Commission's purposes remains, however, incomplete, and important phases of the program have had to be postponed or only partially, and inadequately, developed.

With the virtual completion of the time-consuming tasks of collection and tabulation of historical data concerning fishing effort and catch, research into the dynamics of the fishery has progressed at an accelerated pace. It is becoming clear that the yellowfin tuna stocks will, in general, be incapable of supporting, on a sustained basis, a fishery of higher yield than that already attained. Skipjack tuna stocks, on the other hand, appear capable, in general, of a higher degree of exploitation and a greater average sustainable catch.

The next important phase of the investigation of the dynamics of the fishery is the examination of the dynamics of individual component stocks. This will require, if it is to be done properly, further information on the population structure of each species in our fishing area.

Recommendations for control of fishing for yellowfin tuna will probably be necessary in the not distant future, when economic circumstances make possible an increase in the fishing intensity. Since the Commission's pres-

ent information on the life history, biology, and ecology of the tunas is inadequate as a basis of efficient recommendations, it appears increasingly urgent that the means be provided to conduct the investigations required.

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION,

Virgilio Aguiluz, Chairman

José L. Cardona-Cooper

Víctor Nigro

Miguel A. Corro

Domingo A. Díaz

Walter Myers, Jr.

Eugene D. Bennett

Lee F. Payne

Gordon W. Sloan

John L. Farley, Secretary

INFORME DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1954

Los Gobiernos de Costa Rica y de los Estados Unidos, mutuamente interesados en la conservación de las especies tropicales de atún, así como en la de los peces que sirven de carnada para su pesca, suscribieron en 1950 una Convención por la que se estableció la Comisión Interamericana del Atún Tropical. La Convención permite que otros gobiernos interesados en los recursos del atún y los peces-carnada puedan adherirse a la misma mediante un simple intercambio de correspondencia con los Gobiernos Miembros. El Gobierno de Panamá se adhirió a la Convención en el otoño de 1953.

La Comisión tiene el propósito de recoger e interpretar la información que facilite el mantenimiento de las poblaciones de atún y de peces-carnada a niveles que permitan el sostenimiento de una pesca máxima año tras año. Para este fin está autorizada por la Convención para efectuar las investigaciones científicas de cualquier naturaleza que se consideren necesarias; para publicar informes acerca de los resultados de sus estudios; y para recomendar, con base en esas investigaciones, medidas de acción conjunta dirigidas al mantenimiento de las poblaciones de peces a niveles que permitan un rendimiento máximo en forma continua.

La Comisión inició sus investigaciones en 1951 con un pequeño personal que ha sido aumentado a medida que el soporte financiero lo ha permitido. El año 1954 es el cuarto de actividades científicas. Durante este período, el personal ha logrado muy buen progreso en la consecución de gran parte de la información científica requerida para los objetivos de la Convención. Al principio eran casi por completo desconocidas la biología y ecología de los atunes y de las especies principales de carnada, así como las condiciones de la pesquería. Queda mucho por saber, y algunos aspectos importantes de la biología y ecología del atún permanecen sin ninguna investigación, pero ya nos estamos acercando a la posesión de informaciones suficientes para determinar en forma general el estado de la pesquería y para proporcionar una parte importante de la base científica requerida para futuras medidas de conservación.

Programa de Investigaciones

La Comisión insistentemente ha adoptado un amplio programa de investigación científica y recomendado los presupuestos necesarios para desarrollarlo. Sin embargo, los fondos autorizados no han sido nunca suficientes para cumplir en forma completa el programa recomendado y, en particular, han sido inadecuados para realizar el trabajo con embarcaciones especialmente equipadas para las investigaciones en el mar. Afortunadamente, parte del trabajo en el mar se ha efectuado, a pesar de esto, gracias a

arreglos por los cuales se ha logrado la cooperación de otras entidades investigadoras, aún cuando en una escala poco adecuada para los propósitos de la Comisión.

Durante 1954, el programa de actividades comprendió las siguientes líneas de investigación:

- 1) Continuación de la recolección y análisis rutinarios de estadísticas de pesca, de informes contenidos en los diarios de las embarcaciones, y de relativa información para medir los cambios en la producción, en la abundancia y en la intensidad de la pesca de atún y de peces-carnada.
- 2) Compilación y análisis de los datos históricos, para determinar los cambios en la abundancia y rendimiento de las poblaciones de peces como reacción a los cambios en la intensidad de la pesca y en los factores ambientales.
- 3) Investigación sobre la teoría de la dinámica de las poblaciones, para obtener una base que permita la interpretación de los datos estadísticos del pasado con respecto a la estimación del nivel de pesca máxima sostenible.
- 4) Continuación de los estudios sobre la biología, ecología y la historia natural de las especies de carnada, dando preferencia a la anchoveta. Durante 1954 los estudios al respecto fueron comenzados en Panamá, que es una de las más importantes áreas productoras de anchovetas.
- 5) Investigación en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, para evaluar los resultados de la siembra experimental de anchovetas, y para estudiar la biología, la ecología y la historia natural de ésta y de otras especies de carnada.
- 6) Investigaciones, en escala limitada, en la historia natural y la biología de las especies de atún aleta amarilla y barrilete, principalmente mediante el examen de muestras obtenidas de la pesca comercial, pero también por medio de las observaciones en el mar llevadas a cabo a bordo de embarcaciones pesqueras comerciales y barcos de investigación de la Institución Scripps de Oceanografía y del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California.
- 7) Cooperación con la Institución Scripps de Oceanografía y otras entidades en la recolección y análisis de los datos oceanográficos obtenidos en el Pacífico Oriental; interpretación de dichos datos para la determinación posterior de la ecología de las especies tropicales de atún.

Progreso de las Investigaciones

El programa de investigaciones de la Comisión se amplió durante 1954 con la iniciación de los estudios de los peces de carnada en el Golfo de

Panamá, en el nuevo laboratorio establecido en la Isla de Taboga, así como con la mayor expansión que se dió a nuestras limitadas investigaciones sobre la biología y la ecología de los atunes tropicales. Estos avances fueron posibles en virtud de un pequeño aumento a \$116,445.00 en los fondos para investigaciones en el año fiscal 1954-1955, mediante algunas asignaciones, y gracias a la valiosa y permanente ayuda de otras instituciones de los Gobiernos Miembros.

La partida para investigaciones está muy por debajo de lo que la Comisión ha solicitado. Como consecuencia de ésto, ha sido otra vez necesario posponer las observaciones en el mar requeridas para llegar a una comprensión adecuada de la pesquería de atún, las cuales son una base indispensable de las recomendaciones para una eficiente administración en el momento en que éstas lleguen a ser necesarias.

Estudios que ya han sido terminados indican que recomendaciones para controlar la pesca, a fin de mantener la producción del atún aleta amarilla, pueden ser necesarias cuando las circunstancias económicas resulten en un aumento en la intensidad de la pesca que ahora está declinando. Como se requerirán algunos años para que una adecuada y cuidadosa investigación en el mar produzca los resultados necesarios, parece inconveniente continuar posponiéndola año tras año. Por fortuna ha sido posible efectuar algún trabajo de esa naturaleza con la cooperación de otras instituciones dedicadas a la investigación, pero no debe presumirse que esto es lo apropiado para las necesidades de la Comisión.

La Comisión mantiene continuamente un sistema de recolección, tabulación y análisis de estadísticas de pesca, de los datos tomados de los diarios de a bordo y de la relativa información sobre las operaciones de la flota de barcos pesqueros de atún que tienen su base en la Costa Oeste de los Estados Unidos, así como de los correspondientes resultados. Esta flota realiza más del noventa por ciento de la pesquería del atún tropical en el Pacífico Oriental. Las estadísticas de la producción total de toda la pesquería son recogidas con la ayuda de oficinas de los Estados Unidos y de otros gobiernos. Gracias a toda esta información, estamos en condiciones de determinar, sobre una base continua y corriente, la distribución geográfica, el rendimiento y la aparente abundancia del atún y los peces de carnada, y por la comparación con datos similares de años anteriores, podemos estimar las condiciones de los stocks de peces en el presente.

Como se informó anteriormente, se ha recolectado una gran cantidad de datos históricos, que están en proceso de análisis, con el propósito de determinar los efectos que la pesca produce en los stocks de atún. Durante 1954 la tabulación básica de todos los datos históricos tomados de los diarios de pesca fué completada y su análisis ha progresado rápidamente. Los datos respecto a "la pesca por cada día de actividades pesqueras" han sido reducidos a medidas comparables en la serie de años de que se dispone, y han sido investigadas la relación entre "la pesca por cada día de actividades

pesqueras" y "la pesca por cada día de ausencia del puerto". Sobre esta base ha sido posible estimar los cambios en la abundancia de las especies de atún, tomando en consideración "la pesca por cada día de actividades", en un período de 1934 a la fecha, relacionados con los cambios en la intensidad de la pesca y en la producción total. Los resultados de estas investigaciones han confirmado las siguientes conclusiones, previamente basadas en "la pesca por cada día de ausencia del puerto" solamente (las cuales requerían ciertas presunciones que ahora ya no son necesarias) a saber: (1) las pesquerías de atún aleta amarilla son suficientemente intensas como para afectar en forma muy marcada la abundancia promedio de los stocks; y (2) en lo que se refiere al barrilete, no hay una clara relación entre la intensidad de la pesca y la abundancia, siendo ésta muy variable de un año a otro, lo que sugiere que las poblaciones de esta especie son pescadas a un relativamente bajo nivel de explotación. El análisis de los datos históricos y corrientes sobre los cambios en la abundancia y rendimiento de los stocks de atún, ha progresado lo suficiente para asegurar la publicación de un informe científico en un futuro cercano. Ese informe se encuentra en preparación.

El estudio adicional acerca de la teoría de la dinámica de las poblaciones de peces bajo la explotación de la pesca, ha proporcionado una base para una estimación preliminar de las condiciones actuales del atún aleta amarilla (considerando todos los stocks del Pacífico Oriental en conjunto) con respecto a las condiciones correspondientes al promedio máximo de rendimiento sostenible. Sobre esta base, parece que la intensidad general en la pesca de esta especie en el Pacífico Oriental se está aproximando a la intensidad correspondiente al máximo rendimiento, y que, en consecuencia, cualquier aumento apreciable en esa intensidad, podría esperarse que resultara en una disminución de la producción sostenible. Por el contrario, parece posible efectuar un aumento considerable en la pesca total del barrilete.

A fin de hacer factible el logro de un rendimiento máximo de cada una de las especies de atún en el Pacífico Oriental, será necesario comprender la dinámica de cada una de las unidades naturales, o stocks, de que está compuesta cada especie. Para esta comprensión es fundamental la información concerniente a las relaciones de los miembros de cada especie en el Pacífico Este, con los que se encuentran más hacia el Oeste en el propio Pacífico, y tener conocimiento del grado en que las especies están searadas entre poblaciones independientes o semi-independientes *dentro* de la región del Pacífico Oriental. La comparación de las medidas morfométricas del atún aleta amarilla del Pacífico Oriental con las medidas similares de los especímenes que habitan más al Oeste, indican que los peces de la región de nuestras pesquerías son distintos. Un informe científico sobre estos estudios está por publicarse. Se ha efectuado un análisis de datos similares del barrilete, basados en números sobre medidas tomadas durante 1954, además de los datos obtenidos con anterioridad, pero la información es todavía in-

adecuada para llegar a conclusiones firmes. También se hallan en proceso de recolección y análisis los datos morfométricos respecto del barrilete de diferentes localidades del Pacífico Oriental, pero probablemente no serán por sí solos suficientes para conclusiones definitivas.

La medida directa de los movimientos migratorios del atún por medio de especímenes marcados es de una importancia primordial. El Laboratorio de Pesquerías del Estado de California ha hecho un comienzo en este empeño, pero los resultados de ese programa indican la necesidad, tanto de mejores técnicas de marcación, como de liberar mayor número de peces marcados para poder obtener un número suficiente de "retornos" (peces marcados que se capturan de nuevo) que permitan dar luz sobre la migración de los atunes en un período razonable de años. Es de importancia para la Comisión reforzar este programa tan pronto como esté capacitada económicamente para hacerlo.

Pueden también sacarse deducciones en relación con la estructura de la población del atún del Pacífico Oriental, de la información referente a la composición de tamaños de los stocks en diferentes áreas, tomada continuamente durante el año. Para éste y otros propósitos, el personal científico comenzó en el verano de 1954 a tomar sistemáticamente, con intervalos de un mes, medidas de muestras representativas de los desembarques comerciales escogidas en forma de abarcar todas las principales regiones de pesca. Esto ha implicado la solución de problemas prácticos al tomar muestras en los puertos de desembarque. Este programa de mediciones en el mercado (market measurements) se está desarrollando en cooperación con científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California.

La información sobre las frecuencias de tamaño, recogida en esta forma, es también valiosa para elucidar otros importantes aspectos de la biología del atún, incluyendo la edad y la proporción o razón del crecimiento, la edad y el tamaño de entrada a la pesca comercial, y las proporciones de mortalidad. Con tales datos, recolectados durante una serie de años, deberá ser también posible determinar si las grandes variaciones a corto plazo observadas en la aparente abundancia del barrilete son debidas a cambios en la disponibilidad para los pescadores, o bien a cambios en la verdadera abundancia en el mar, resultante de las variaciones en la reposición del stock aprovechable.

El conocimiento de la distribución estacional y geográfica del desove es importante para la comprensión de la biología del atún, particularmente en lo que se refiere a la interpretación de los informes sobre frecuencias de tamaño, a que se ha aludido anteriormente. En consecuencia, se ha comenzado un estudio basado en el examen de las gónadas de las muestras tomadas de la pesca comercial. Durante 1954 la investigación se ha limitado al estudio de especímenes de sólo dos regiones, una a la altura de Baja California y la otra fuera de las costas de América Central, y se ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de métodos rápidos para determinar el estado

de madurez sexual, que puedan ser subsecuentemente aplicados para abarcar en una forma más completa toda el área de pesca.

En el transcurso del año 1954, el personal científico ha tenido oportunidad de efectuar, en cooperación con la Institución Scripps de Oceanografía, una investigación sobre la presencia de atunes en aguas profundas en las regiones marinas de Baja California, a bordo del barco de estudio *Paolina T.* Por resultados de tres expediciones, de cerca de 30 días de duración cada una, que se efectuaron en esta región, se determinó que muy pocos atunes pueden obtenerse con la "línea larga" de profundidad (longline), y que los escasos especímenes logrados por ese medio no eran los grandes y viejos peces que se capturan con ese equipo en aguas ecuatoriales. Sin embargo, parece que los atunes aleta amarilla de aguas profundas no se encuentran en número apreciable en las áreas fuera de la costa al norte de la latitud 20° N., en contraste con la situación en aguas ecuatoriales, en donde la expedición "Longline" encontró, en 1953, regulares cantidades de grandes atunes aleta amarilla y atún de ojos grandes que se hallan en aguas profundas.

Al mismo tiempo, con el *Paolina T.* y otros barcos de la Institución Scripps, se hicieron observaciones, en esta región, de la circulación oceánica, de la cantidad de zooplankton, y de la presencia de huevos y larvas, así como recolecciones del contenido estomacal de los atunes. La mayor parte de este material todavía está siendo estudiado por especialistas de la Comisión del Atún y de la Institución Scripps. Se puede informar, sin embargo, que en general las cosechas de organismos alimenticios de los cuales depende el atún, se van desparramando notablemente conforme se aleja uno de la costa. La más alta productividad básica de las aguas más cercanas a la costa de Baja California se debe aparentemente al afloramiento a lo largo del litoral en esta área, y es probablemente la causa de la concentración de atunes tropicales que mantienen la fructuosa pesquería de esa zona. Desafortunadamente, las observaciones no incluyeron la vecindad de las Islas Revillagigedo, que es un área productiva en la pesca de atún, cuya productividad debe estar relacionada con algunos otros fenómenos físicos.

A pesar de que la Comisión no ha estado en condiciones de efectuar investigaciones oceanográficas con sus propios recursos, ha sido posible continuar algún progreso hacia la comprensión de la oceanografía básica del área de las pesquerías de atún, en virtud de arreglos para un trabajo en cooperación con otras entidades. Han sido recolectados datos importantes por la expedición "Shellback" en 1952, por la expedición "Longline" en 1953 y por los "Estudios del Area Pelágica" en 1954. Los datos de la expedición "Shellback" están en proceso de análisis por oceanógrafos de la Institución Scripps, y se espera la publicación de un reporte durante el próximo año. Los informes oceanográficos obtenidos por "Longline" han sido analizados y publicados por el Dr. W. S. Wooster y el Sr. F. D. Jennings, en la edición de enero de 1955 de "California Fish and Game". Los "Estudios del Area

Pelágica" están todavía por analizarse. La contribución de la Comisión para los aspectos analíticos sólo ha consistido en facilitar alguna ayuda en los trabajos de oficina a los científicos de la Institución Scripps empeñados en esta labor. La Comisión ha sido muy afortunada al obtener por este medio parte de la información oceanográfica requerida para sus propósitos. A pesar de ello, continúa siendo importante el hacer algo para lograr que miembros de nuestro propio personal científico realicen investigaciones oceanográficas, tanto para apresurar el análisis de los datos que ya han sido obtenidos, como para hacer posible la recolección y evaluación de las observaciones particularmente señaladas para determinar las variaciones estacionales y anuales en la circulación oceánica y otros procesos que son importantes para la ecología de los atunes del trópico.

Los estudios de la biología y ecología de los peces de carnada han sido concentrados casi exclusivamente en la anchoveta, que es la más importante de las especies de cebo para el atún, respecto de la cual casi nada se sabía antes de iniciarse las investigaciones de la Comisión. Las recolecciones de materiales que han hecho miembros de la flota atunera, con muy buen espíritu de cooperación, han sido suplementadas con observaciones en las áreas por parte de elementos de nuestro personal científico. Otras pruebas sobre el terreno se han efectuado con marcas y técnicas de marcación como preliminares a un programa extenso (de marcación) que ha de ser realizado en el Golfo de Panamá en 1955.

En la Isla de Taboga, Panamá, se estableció un laboratorio regional en octubre de 1954 atendido por un científico residente y tres asistentes locales, para estudiar en detalle la historia natural y la ecología de la anchoveta en el Golfo de Panamá.

Además de los estudios sobre la anchoveta en dicho Golfo, se están efectuando investigaciones tendientes a elucidar los efectos, en la productividad general del Golfo, del afloramiento de aguas profundas y nutritivamente ricas, que ocurre en ciertas estaciones, y que se cree sea el soporte fundamental de las grandes poblaciones de peces-carnada, camarones y de otros organismos marinos que allí se encuentran. Estos estudios están basados en las observaciones hidrográficas y biológicas que ha hecho nuestro personal científico, y en una excelente serie de datos históricos del nivel del mar y de la temperatura del océano, y en los datos meteorológicos recolectados por la Compañía del Canal de Panamá durante cerca de 50 años.

Las investigaciones han continuado en nuestro laboratorio de Puntarenas dentro del régimen hidrográfico en el Golfo de Nicoya y dentro de la biología y ecología de los peces de carnada y especies similares. Se ha proyectado un informe sobre las anchoas y peces parecidos al arenque que se hallan en el Golfo, el cual será terminado para su publicación en un futuro próximo.

Se han hecho continuas observaciones para apreciar el transplante ex-

perimental de anchovetas de Panamá al Golfo de Nicoya. Las indicaciones actuales son de lo más prometedoras en cuanto a la rehabilitación de esta especie en esa localidad. En la primavera de 1954, después de la siembra de adultos maduros de Panamá en el otoño de 1953, comenzamos a obtener especímenes de anchovetas jóvenes. Durante el verano se hicieron recolecciones de estos peces, que se presumió fueran la progenie de los transplantados de Panamá, y los peces alcanzaron su madurez en agosto. Por las gónadas de las hembras, examinadas en las recolecciones, parece que el desove continuó por lo menos hasta noviembre de 1954. Pequeños ejemplares juveniles han sido capturados a partir de diciembre, los cuales son presumiblemente el producto de este desove. Falta todavía que ver, por supuesto, con qué rapidez crece otra vez la población a un tamaño que permita recomenzar la pesca de carnada en el Golfo.

Se han hecho rastreos con mangas planctónicas tanto en 1953 como en 1954 con el propósito de verificar, por la presencia de huevos y larvas, el desove de las anchovetas en el Golfo de Nicoya. Sin embargo, todavía no estamos en capacidad de identificar con certeza los huevos y larvas de esta especie, ya que hay otras en el Golfo que presentan estados similares en huevos y larvas. La tarea de asegurar la identificación de este material es lenta, y pueden pasar todavía algunos meses antes de cumplir con ella.

La medida de los cambios en la abundancia de los stocks de peces-carnada debe depender primordialmente, así como en el caso del atún, de las medidas estadísticas del éxito de la pesca de carnada, basadas en los datos que contienen los diarios de pesca llevados por los capitanes de los barcos pesqueros. Por supuesto, estamos recolectando corrientemente tales datos en una base de continuidad. Tenemos datos históricos, en número suficiente como para ser de valor a este respecto, desde alrededor del año 1945. Los datos fundamentales han sido tabulados con base en la información histórica y corriente, y los sumarios preliminares se han hecho por medio de computadores con tarjetas perforadas. Continúa el análisis de los cambios en la abundancia de los peces-carnada en las más importantes áreas de pesca.

En un informe del Director de Investigaciones, que se agrega a éste como "Apéndice A", se proporcionan mayores detalles sobre el trabajo de la Comisión durante 1954.

Publicación de los Resultados de las Investigaciones

Algunas fases de las investigaciones de la Comisión han progresado suficientemente como para publicar informes científicos al respecto. La Comisión publica los resultados de sus trabajos en un Boletín científico en serie. Durante 1954 fueron publicadas las dos primeras ediciones, a saber:

Boletín—Volumen 1, Número 1—"Un estudio de las poblaciones de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) basado en los caracteres numéricos", por Gerald V. Howard. (En inglés, con sumario en español).

Boletín—Volumen 1, Número 2—“Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries,” por Milner B. Schaefer. (Versión en inglés).

Los números 3 y 4 del Volumen 1 del Boletín se encuentran en prensa y estarán listos a principios de 1955.

Boletín—Volumen 1, Número 3—“Algunos aspectos de la dinámica de las poblaciones y su importancia para la administración de pesquerías marinas comerciales”, por Milner B. Schaefer. (Versión en español del Número 2 del Volumen 1).

Boletín—Volumen 1, Número 4—“Comparación morfométrica de los atunes aleta amarilla de la Polinesia Sudoriental, la América Central y de Hawaii”, por Milner B. Schaefer. (En inglés y español).

Además de las publicaciones en el Boletín de la Comisión, algunos estudios de miembros de nuestro personal son publicados también en otras revistas científicas. Siete de estos trabajos han visto la publicidad o se encuentran actualmente en prensa. En el Informe del Director de Investigaciones aparece una lista de ellos. (Página 99).

Designación de los Delegados de Panamá

El Presidente de Panamá designó a los siguientes miembros de la Sección Panameña de la Comisión:

Miguel A. Corro, Secretario de Comercio e Industrias del Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias.

Walter Myers, Jr., Secretario de la Embajada Panameña en San José, Costa Rica.

Domingo A. Díaz, Cónsul General de Panamá en Los Angeles, Calif.

Cambio de Miembros

En abril de 1954, el Coronel John A. Farley fué nombrado miembro de la Sección de los Estados Unidos de la Comisión, para reemplazar al Dr. John L. Kask, quien renunció el 7 de julio de 1953.

Reunión Anual

La Comisión efectuó su reunión regular anual en San José, Costa Rica, el 11 de agosto de 1954. Se procedió de la siguiente manera:

- 1) Fué aprobado para su publicación el Informe Anual correspondiente al año 1953.
- 2) Se hizo una exposición de las investigaciones en progreso, y se discutieron y aprobaron las que deberían efectuarse durante el año fiscal 1954-1955.

3) Se discutió en detalle el programa de investigaciones necesario para cumplir con los deberes de la Comisión, según los términos de la Convención, y el presupuesto requerido para su desarrollo. Se recomendó a los Gobiernos Miembros un programa de trabajo para el año fiscal 1955-1956 para cuyo cumplimiento precisa un presupuesto de \$367,202.00.

4) Se dispuso, con base en los informes sobre utilización de las especies de atún aleta amarilla y barrilete por los respectivos países, que para el año fiscal 1955-1956, los gastos conjuntos de la Comisión deberían ser distribuidos en la siguiente proporción. Estados Unidos, el 99.8%; Costa Rica, el 0.2% o la suma de \$500.00 (la cantidad que resulte mayor); Panamá, \$500.00.

5) Se eligió al Sr. Lic. Virgilio Aguiluz para Presidente y al Coronel John L. Farley para Secretario durante el siguiente año.

6) Se acordó efectuar la próxima reunión anual en Panamá.

Un pequeño aumento en los fondos destinados a investigación y el uso, para otros propósitos, de la suma empleada el año anterior en alquiler de embarcaciones para el transplante de anchovetas, ha hecho posible ampliar el estudio de la biología y la historia natural del atún con inclusión de nuevas e importantes líneas de investigación basadas en el examen biológico de la pesca comercial cuando es descargada en los puertos. También ha sido posible comenzar un amplio estudio de las anchovetas del Golfo de Panamá y de importantes aspectos de su medio ambiente, tanto físico como biológico. Gracias a la continua y activa cooperación brindada por la Institución Scripps de Oceanografía, el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California y otras entidades, algunas de las fases de nuestro programa de estudio que requieren viajes por mar, han podido llevarse adelante en forma parcial pero productiva. Sin embargo, permanece incompleto el programa de investigación considerado necesario para el logro total de los propósitos de la Comisión, y algunas fases importantes del programa han tenido que ser pospuestas o sólo desarrolladas parcial e inadecuadamente.

Con la virtual terminación de la larga tarea de recolección y tabulación de datos históricos referentes al esfuerzo de pesca y a la producción, el estudio en el campo de la dinámica de la pesquería ha progresado en forma acelerada. Se está poniendo en claro que las poblaciones de atún aleta amarilla serán, en general, incapaces de mantener, de modo permanente, una pesquería de mayor rendimiento que el que ha sido ya logrado. Por otra parte, los stocks del barrilete parecen ser capaces, en general, de un más alto grado de explotación y de un mayor promedio sostenible de pesca.

La siguiente fase de importancia en la investigación sobre la dinámica

de la pesquería la constituye el examen de la dinámica de los stocks, individualmente. Esto requerirá, si es que ha de hacerse en forma apropiada, una mayor información acerca de la estructura de la población de cada especie en nuestra área de pesca.

En un futuro no lejano, serán probablemente necesarias recomendaciones para el control de la pesca de atún aleta amarilla, cuando las circunstancias económicas hagan posible aumentar la intensidad de la pesca. Como la información que tiene la Comisión sobre la historia natural, la biología y ecología del atún, es inadecuada como base para recomendaciones eficientes, parece ser de una creciente urgencia la provisión de medios para realizar las investigaciones requeridas.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Virgilio Aguiluz, Presidente

José L. Cardona-Cooper

Víctor Nigro

Miguel A. Corro

Domingo A. Díaz

Walter Myers, Jr.

Eugene D. Bennett

Lee F. Payne

Gordon W. Sloan

John L. Farley, Secretario

APPENDIX A

REPORT ON THE INVESTIGATIONS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1954

By

Milner B. Schaefer, Director of Investigations

The purpose of the Inter-American Tropical Tuna Commission, as provided by the Convention, is to gather and interpret the factual information required to maintain the populations of tunas and tuna-bait fishes at those levels which will permit maximum sustainable harvests year after year. In order to collect and interpret the required information, the Commission has employed a staff of scientists who are engaged in research along a number of lines of investigation which are parts of a comprehensive program of study of the biology, ecology, and population dynamics of the tunas and bait fishes, including the effects of both fishing and environmental factors on the populations of each species.

Due to limitation of funds, it has not been possible for the scientific staff to implement the entire research program adopted by the Commission and repeatedly recommended to the member governments. Initial efforts in tuna research have been directed primarily to the collection and analysis of historical and current information, consisting largely of statistical records of fishing operations and results, for determining the status of the fishery in respect to the effects of man's exploitation on the resources. This is the most essential information needed by the Commission, and is an indispensable basis for planning biological investigations pertinent to the Commission's purposes. Investigations have been initiated into some of the aspects of the life history and biology of the tunas, which are particularly pertinent to understanding their population structure, and to understanding the biological factors involved in the effects of fishing on the populations. These investigations, which are fundamental to the detailed interpretation of the statistical measurements, and provide a basis of practical and efficient recommendations for control of the fishery at such time as control is indicated to be needed, have been less comprehensive and less intensively pursued than is desirable, but it has been possible to increase them somewhat during 1954. Due primarily to continued co-operation from other research agencies, it has also been possible to carry forward some investigations of the oceanography of the Eastern Pacific, knowledge of which is fundamental to understanding the variations in the abundance of tunas arising from causes other than fishing. The Commission has been unable to support work at sea

from research vessels necessary for this type of work and it is, therefore, fortunate that such assistance from other agencies has been available.

Research on the bait-fishes, which are necessary for the capture of tunas by the live-bait method, which produces over 85% of the total tuna catch, has been directed primarily to studies of the life history, population divisions, and ecology of the anchoveta. Of the important species of bait fishes, the anchoveta and Galápagos sardine are the only ones for which the tuna-bait fishery constitutes an important share of the total catch and for which, therefore, it is necessary for the Commission to envision the possible need for regulation of the bait catch. Since Ecuador is not a member of the Commission, and since our studies of anchovetas have required most of the time of available scientific personnel, we have made only very preliminary studies of Galápagos sardines, based on samples collected by the fishing fleet. Research on anchovetas has shown good progress during 1954, both at our headquarters laboratory and at our regional laboratories in Costa Rica and Panamá. Studies of related anchovies and herring-like fishes have also been conducted in the Gulf of Nicoya, both as desirable for the study of the ecology of the anchovetas, and to give some general information on the bait species of secondary importance, since all of them are little known to science.

We are particularly indebted to the Scripps Institution of Oceanography, which has made available laboratory and office space, the use of its library, and the use of equipment and facilities. The wise counsel of its Director and faculty has been of great value to members of our staff. Employment of its research vessels on oceanographic problems of interest to the Commission has made possible the advancement of our research program far beyond what would have been possible with our own resources.

Investigations during 1954 included the following activities:

1. Compilation of current statistics of total catch, amount and success of fishing, and abundance of fish populations.

Continuing measurements of the abundance of the fish populations, the harvest obtained from them, and the amount of fishing required to take that harvest, provide the most important basic information for investigating the dynamics of the tuna resources, and for keeping the Commission and the member governments informed as to their current status. Measurements of all of these factors are most conveniently obtained from the detailed records of the fishery. The staff maintains, therefore, a system of continuing collection, compilation and analysis of records of total catch of each tuna species from the Eastern Pacific, and detailed information from a large sample of the fishing fleet on amount of fishing effort and associated catches, by species, geographical areas, and season of each year. These data, when properly compared with similar information for prior years, and interpreted with reference to ancillary biological and ecological information, constitute

the basis of achieving sufficient understanding of the effects of fishing on the resources to make possible their rational exploitation.

Statistics of total catch of tunas

Methods of collection of information on total amounts and kinds of tropical tunas taken from the Eastern Pacific Ocean have been described in previous reports. Total production figures are believed to be essentially complete except for very minor quantities consumed in countries other than the United States, for which complete and accurate production figures are not always available. Such quantities are quite negligible. In Table I are tabulated the total of each species from 1940 through 1954, together with the quantities received for processing in the United States. The quantities received in the United States include both the catches of United States fishermen and the catches by fishermen of other nations which have been shipped to the United States for canning. Since, in recent years, this amounts to over 95% of the total catch of each species, the figures for United States receipts alone are a rather good index of total production.

From Table 1, it may be seen that in 1954 the total catch of yellowfin tuna was slightly less than the previous year. Since, as will be shown, the average apparent abundance of this species, as measured by the success of fishing by tuna clippers, was greater in 1954 than in 1953, the decrease in total catch corresponds to a decrease in fishing intensity.

The production of skipjack reached, for the second successive year, an all-time high in 1954, and the percentage of skipjack in the total catch reached the highest level recorded for the modern fishery (i.e. since 1927). The share of skipjack in the catch in 1954 is probably, however, abnormally high for the current level of fishing effort since, as will be shown later, the apparent abundance of this species in 1954 was significantly higher than the average over the last twenty years. Production of this species is subject to sizeable year-to-year fluctuations, the exact causes of which are not yet known.

The greater part of the catch of both tuna species is made by tuna clippers, vessels from which fishermen attract the tuna and induce them to bite by the use of live-bait, then capture them with hook and line, using either a feather lure or a live fish as bait on the hook. The remainder of the catch is made by purse seiners. The percentages of each species landed by the California fleet that was caught by clippers is shown, for the last seven years, in Table 2. As noted in our 1953 report, the low value of 73.1 percent for yellowfin in 1953 was attributable to the low availability of that species in waters off northern South America, associated with an oceanographic abnormality in that area, which is frequented primarily by the clippers. With apparently more normal oceanographic conditions in that area during 1954, and associated higher apparent abundance of yellowfin tuna, the percentage of yellowfin catch taken by clippers increased to 85.9 percent.

TABLE 1. CATCH OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA FROM THE EASTERN PACIFIC OCEAN
1940-1954, in millions of pounds

Year	Landed in or transhipped frozen to United States				Total Catch, Eastern Pacific			
	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total
1940	113.9	56.6	....	170.5	114.6	57.6	....	172.2
1941	76.7	25.6	....	102.3	76.8	25.8	....	102.6
1942	41.5	38.7	....	80.2	42.0	39.0	....	81.0
1943	49.3	28.9	....	78.2	50.1	29.4	....	79.5
1944	63.1	30.0	1.1	94.3	64.1	31.2	1.1	96.4
1945	87.3	33.3	....	120.6	89.2	34.0	....	123.2
1946	128.4	41.5	....	169.9	129.7	42.5	....	172.2
1947	154.8	52.9	....	207.8	160.1	53.5	....	213.6
1948	199.8	60.9	0.2	260.9	200.3	61.5	7.3	269.1
1949	191.7	80.6	1.2	273.5	192.5	81.0	9.2	282.7
1950	204.7	126.8	....	331.5	224.8	129.3	....	354.1
1951	181.8	118.3	3.7	303.9	183.7	121.1	3.7	308.5
1952	191.3	89.2	2.8	283.3	192.2	90.8	4.5	287.5
1953	138.3	133.6	....	271.9	138.9	133.7	1.6	274.2
1954	135.0	172.2	0.1	307.3	 (1)	....	....	....
								44

(1) Not yet completed

TABLE 2. PERCENTAGE, BY SPECIES, OF LANDINGS OF CALIFORNIA BASED VESSELS THAT WAS CAUGHT BY CLIPPERS

Year	Yellowfin	Skipjack
1948	81.9	92.3
1949	86.6	94.1
1950	80.6	89.6
1951	90.8	88.7
1952	82.8	87.2
1953	73.1	90.8
1954	85.9	87.8

Information on total catch of each tuna species by geographical subdivisions, based on landings on the U. S. West Coast, are collected routinely, and are available both for current years, and for a number of years in the past from the records of the California State Fisheries Laboratory and other sources. We are also collecting continuously and routinely, by means of logbook records, information on seasonal, and annual changes in catch and fishing effort, for geographical sub-divisions of the Eastern Pacific. This information, which is too extensive and complex to recapitulate here, is providing a firm foundation for achieving understanding of changes in distribution of tuna abundance in space and time, to be related to changes in fishing intensity and environmental factors. In the course of time, scientific reports will be published exhibiting and interpreting these data.

Measurements of changes in abundance of tunas

The abundance of marine fishery resources, such as the tropical tunas, is most easily estimated from the records of the fishery itself. The catch-per-unit-of-fishing-effort in a commercial fishery provides a basis of measuring the abundance of the fish of commercial sizes as encountered by the fishermen. Changes in the abundance as measured by the fishery, or the *apparent abundance*, may vary, however, from the changes in actual abundance of commercial sizes of fish in the sea, due to variations in the relative ease of capture, which is often called the *availability*. Over a series of years, however, the variations in availability average out, so that the trend of apparent abundance over a series of years may usually be taken as a measurement of corresponding trend in the actual abundance. By taking into account information respecting the relation of the fish and their environment, we may also often identify some of the variations due to changes in availability, and so avoid confusing them with changes in actual abundance of the populations. The effects of "El Niño" in 1953 on the yellowfin tuna off South America is a case in point.

For the tropical tunas two statistical measurements of apparent abundance have been developed: the catch-per-day's-fishing and the catch-per-day's-absence-from-port. The latter of the two measurements has previously

been employed to measure changes in apparent abundance from historical records from 1934 through 1953, because ample data were available to calculate it for nearly the entire fleet for the entire series of years. It is, however, not as precise a measure as the catch-per-day's-fishing, because it can be affected by variations in success of catching bait and variations in time running to and from the fishing grounds. Fortunately, as will be shown in the section on analysis of historical data (page 32), we have been able to verify that these factors have been of small importance in practice, so that the catch-per-day's-absence from port is a rather good measure of apparent abundance. It has, however, been discovered by our analyses of the historical series that our methods of combining data from different size classes of vessels to compute a standardized average catch-per-day's-absence from port resulted in some distortion due to failure to distinguish between the fishing efficiency of vessels of different sizes, and the ability of vessels of different sizes to fish the areas of greatest tuna abundance. This will be further discussed under the analysis of historical data.

The catch-per-day's-fishing has been employed as our measure of apparent abundance of tunas since 1951 when the staff commenced gathering logbook data. We are able, from the logbook records, to calculate the catch-per-day's-fishing for each of six size-classes of vessels in the fleet, and, by computing the relative efficiency of each size-class, also to combine the data for different size-classes to obtain a single measurement of apparent abundance in terms of the catch-per-day's-fishing of a size class taken as a standard. As will be shown subsequently (page 32), we have also recently been able to estimate this same statistic for past years from the historical records of catch-per-day's-absence.

Measurements of apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna, measured by the catch-per-day's-fishing from logbook data collected from tuna clippers by the Commission's staff, for 1951 through 1954 are shown in Figure 1. With respect to yellowfin tuna, it may be seen that the two smallest size classes of vessels, which fish exclusively in the northern part of the region, north of the Gulf of Tehuantepec, have encountered very much the same densities of fish population over the four years, although some variability is evident. The catch-per-day's-fishing of the four larger classes exhibit a persistent downward trend from 1951 through 1953, the decline being greater for the two largest classes which range in general, furthest from their home ports. As noted before, a part of the decline for the large vessels in 1953 was believed to be due to the low availability off South America associated with the "El Niño" phenomena in the spring of that year. In 1954, an increase in catch-per-day's-fishing of yellowfin was experienced by all except the smallest size-class. This is probably due in part to greater availability associated with more normal oceanographic circumstances in the more southerly fishing areas. It is, however, probably partly due to some increase in abundance of the stocks associated with a slight decrease in fishing intensity.

Catch-per-day's-fishing of skipjack, as may be seen from Figure 1, fluctuates somewhat from year to year for all size-classes. Apparent abundance of this species in 1954 was above that of recent years for all size-classes.

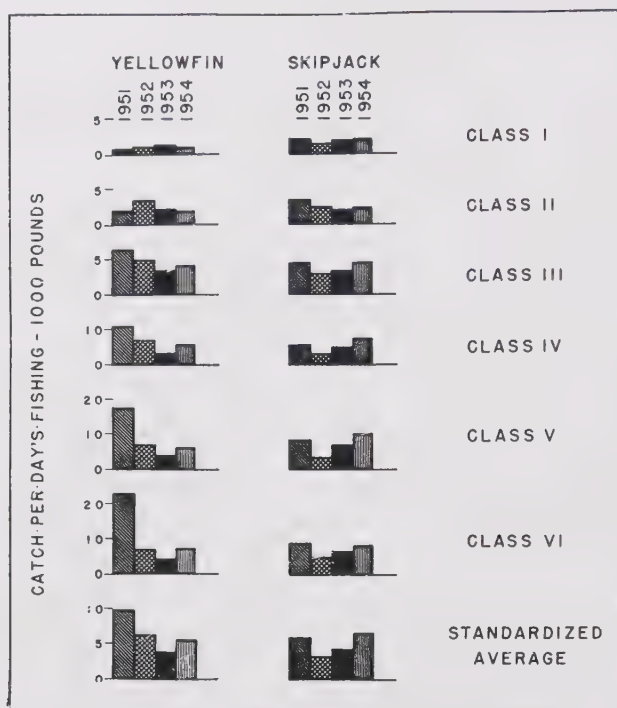


FIGURE 1. Catch-per-day-of-tuna-fishing, by species and vessel size classes, for clippers, 1951-1954.

Statistics of bait-fish catch

An important part of the continuing task of keeping records on the operations of the fishing fleet is the compilation of quantities and kinds of fishes taken for use as tuna-bait, based on the logbook records of the tuna clippers. We obtain accurate records of amount of bait fishes captured by about 85% of the vessels in the fleet, and from these are able to make reasonably accurate estimates of the total catch, calculating the ratio of bait used to tuna captured for the 85% sample for which such records are available, and applying this to the landings of the whole fleet. Not included in these calculations are a number of very small vessels fishing sporadically near California, vessels based in Latin America, and some U. S. vessels shipping catches from Panamá and elsewhere. The estimates include, however, about 90% of all bait taken, and thus give a fairly good measure of the yield of the bait fisheries.

Amounts of different kinds of bait-fishes thus estimated to have been captured during each of the last four years are tabulated in Table 3.

TABLE 3. AMOUNTS* AND PERCENTAGES OF KINDS OF BAIT
FISHES TAKEN BY CLIPPERS BASED IN U. S. WEST COAST PORTS,
1951-1954

	1951		1952		1953		1954	
	Amount	Per cent	Amount	Per cent	Amount	Per cent	Amount	Per cent
Anchoveta (<i>Centengraulis mysticetus</i>)	1604	63.0	2589	59.8	1611	37.2	1780	45.9
California sardine (<i>Sardinops caerulea</i>)	382	15.0	295	6.8	440	10.2	202	5.2
Galápagos sardine (<i>Sardinops sagax</i>)	83	3.3	594	13.7	1080	24.9	590	15.2
Northern anchovy (<i>Engraulis mordax</i>)	160	6.3	590	13.6	851	19.7	601	15.5
Southern anchovy (<i>Engraulis ringens</i>)	.....	.....	.....	.....	33	0.8	553	14.2
California sardine and northern anchovy, mixed and not separately identified	12	0.5	52	1.2	173	4.0	65	1.7
"Herring" (<i>Opisthonema</i> , <i>Sardinella</i> , <i>Ilisha</i>)	146	5.7	115	2.7	77	1.8	47	1.2
Salima (Family Xenichthyidae)	61	2.4	55	1.3	26	0.6	23	0.6
Other species, and not specified	97	3.8	36	0.8	36	0.8	21	0.5
TOTAL	2545		4326		4327		3882	

* In thousands of scoops

The anchoveta, a tropical anchovy which occurs from Almejas Bay in Baja California to northern Perú, is the most important species of tuna-bait. This species accounted for 46% of all bait used in 1954. The Gulf of Panamá was the single most important baiting area for this species in 1954, followed by the baiting areas on the eastern shore of the Gulf of California. The Galápagos sardine is notable for its variable apparent abundance from year to year. Reports from the fleet indicate that this species was available in good quantities in 1954, but its share of the total bait catch decreased to 15%. This is probably very largely due to increased use of the southern anchovy, which is available in tremendous quantities in the high seas off the coast of Perú, and which produced 14% of all bait used in 1954.

We obtain from the logbooks of tuna clippers not only records of baiting localities and amounts and kinds of bait caught, but also records of amount of time spent in catching the bait. From these records we are able to estimate the apparent abundance of bait species in the different baiting areas, from the catch-per-day-of-bait-fishing, by methods analogous to those employed in the analysis of tuna catch statistics. Such calculations are in process for the data of current years, but have not yet reached a stage such that reporting on them is warranted at this time.

2. Compilation and analysis of historical data on tuna

Interpretation of current statistical data in terms of the condition of the tuna resources, and the effects of fishing thereon, depends on comparisons with similar measurements over a series of years encompassing different levels of fishing intensity. It is of great importance to obtain time-series of comparable data for years as far back into the past as may be possible, to compare with current information. The collection, tabulation, and analysis of quantitative records respecting the tuna fishery during past years has, therefore, been assigned high priority. Fortunately, adequate data have been obtained to recapitulate in some detail the growth of the fishery since the very low levels of exploitation in the early 1930's, and to estimate therefrom the general effects of fishing on the tuna resources. Good progress has been made during 1954 on investigations based on these data. All of the old logbook records and other data have now been abstracted, tabulated, and summarized, by punch-card techniques, in a form making possible their analysis for studying the changes in abundance of the tuna species. The subsequent analysis has also proceeded rather well, and is yielding information of great value to our understanding of the dynamics of the fishery.

In estimating the relative abundance of each of the tuna species, over the series of years from 1934 through 1953, we have previously employed the catch-per-day's-absence from port, and we have discussed the results of such estimates in the last annual report. Employment of the catch-per-day's-absence to estimate the abundance of tunas from the catch records of tuna clippers involves the assumption that, over this series of years, the

percentage of time absent from port which was spent actually fishing for tunas (i.e. *not* spent running or catching bait) was constant from year to year. From current and historical logbook records, which have now been examined in detail, it appears that this assumption was, in fact, sufficiently well satisfied.

In reducing the catch-per-day's-absence, calculated for each vessel size-class, to a common standard, we have employed correction factors arrived at by comparing the average of the values of catch-per-day's-absence for each size-class for each year of the series considered (1934-1953). The resulting correction factors adjust for the relative ability of vessels of different sizes to catch fish, when the average abundance encountered is the same for each, but they also correct for the ability of vessels of larger sizes to fish to a greater extent in regions containing higher abundances of fish.

We may compute correction factors, which we call *efficiency factors*, allowing only for the relative catching ability of vessels of different size, by comparing the catch-per-unit-of-effort of vessels of different sizes fishing in the same areas and in the same years. This, of course, requires information on exact catch localities, number of days fishing, and catch in each, which are obtainable from logbook data. Adequate logbook records are available from 1947 through 1953 to calculate such efficiency factors.

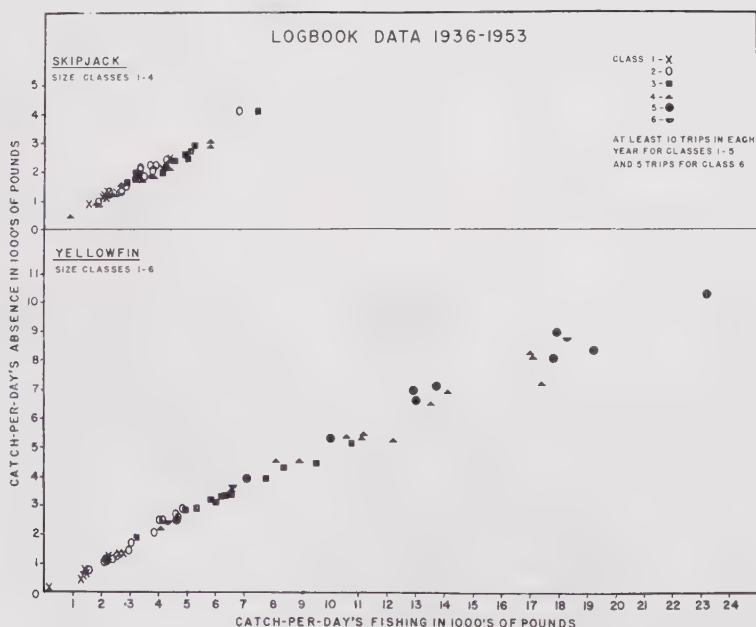


FIGURE 2. Relationships between catch-per-day's-absence and catch-per-day's-fishing, from tuna clipper logbook data, by species.

The best measure of apparent abundance of each of the tuna species seems to be the average catch-per-day's-fishing. An adequate number of

logbook records are available to calculate this directly from such records for each year since 1947. Prior to 1947, the logbook data are insufficient to calculate reliable averages directly. We have, therefore, examined the available data to determine whether, by some means, we can estimate the catch-per-day's-fishing for earlier years from the catch-per-day's-absence, for which extensive data are available for the whole series back to 1934. For each year for which a sufficient number of trips, for a size-class, were covered by logbook data to give reliable averages, we have, for those trips, computed the catch-per-day's-fishing and catch-per-day's-absence. The results are exhibited in Figure 2. From the upper panel, which shows the data for skipjack, it may be seen that the points all fall fairly close to a linear regression line. In the case of yellowfin, in the lower panel, the points again, for all size classes, fall rather close along a single regression line, but the relationship is not quite rectilinear. For years prior to 1947 we have, therefore, estimated the catch-per-day's-fishing for each tuna species, by taking the average catch-per-day's absence for a given size-class in a given year, and estimating the corresponding catch-per-day's-fishing from the appropriate regression of Figure 2. To combine the estimates from different size-classes to a single value for a size-class taken as standard, we have employed the mean efficiency factors, based on data for 1947 through 1953.

In Figure 3 is shown, for yellowfin tuna, the catch-per-day's-absence, based on all vessel size-classes, standardized to class four by means of correction factors based on mean catch-per-day's-absence of each size-class over the period 1934-1953. This is, essentially, the same series as shown in our 1953 annual report, except that the basis of adjustments includes one

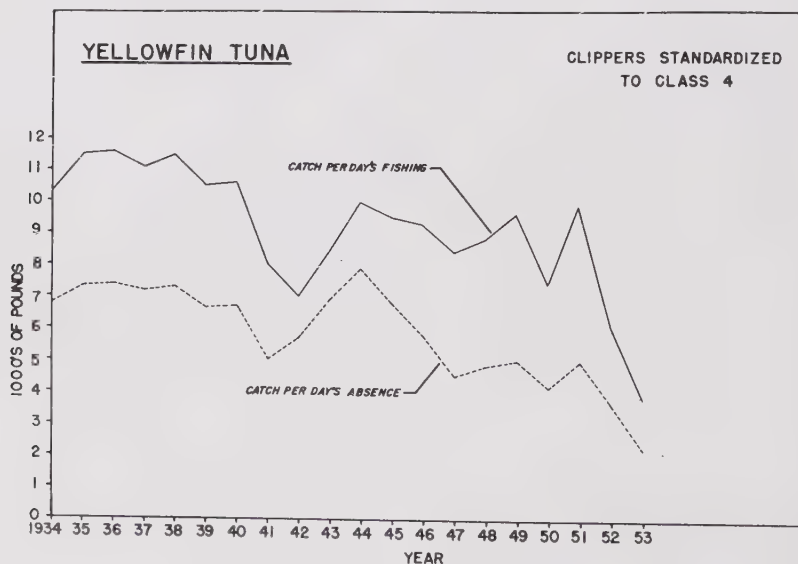


FIGURE 3. Catch-per-day's-absence and catch-per-day's-fishing, for yellowfin tuna, standardized to vessel size class 4, 1934-1953.

more year. In the same Figure is shown the catch-per-day's-fishing for the same series of years. For the years through 1946 this is based on estimates of catch-per-day's-fishing from catch-per-day's-absence of each size-class, using the relationship of Figure 2; from 1947 through 1953 it is based directly on logbook records. In each case, the data are adjusted to the standard class 4 using the mean efficiency factors computed from logbook records of 1947-1953. It may be seen that the two series of measurements of apparent abundance exhibit the same trends. During the period of World War II, however, the catch-per-day's-absence is relatively higher than the catch-per-day's-fishing, due to the difference in the nature of the adjustment factors for the two series, combined with the marked change in the size-composition of the fleet during this period, when the larger vessels were, in large part, taken into Naval Service.

In our earlier studies of apparent abundance of skipjack we employed the data for the four smallest size-classes, omitting the two largest size-classes, because it appeared that for the four smallest classes the abundance of yellowfin did not influence the share of time spent fishing for skipjack. Re-examination of the data indicates, however, that prior to 1941 fishing for skipjack may have been somewhat influenced by yellowfin abundance for

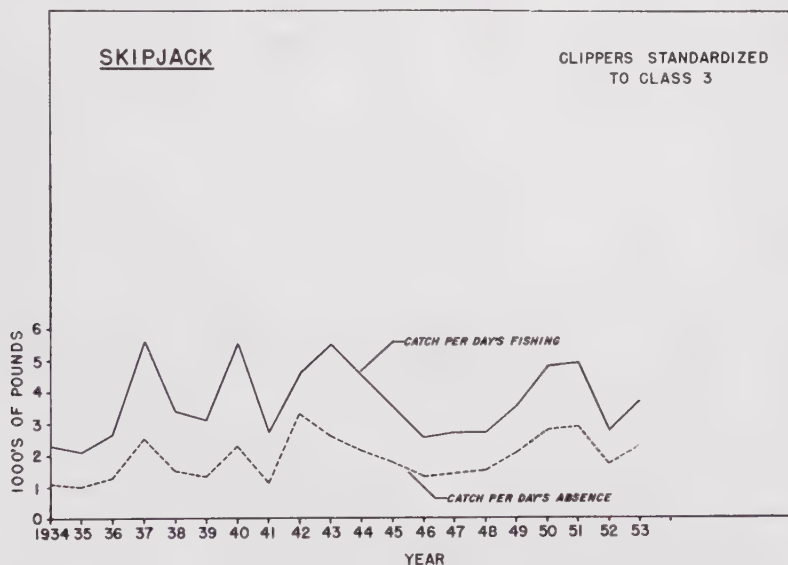


FIGURE 4. Catch-per-day's-absence and catch-per-day's-fishing, for skipjack tuna, standardized to vessel size class 3, 1934-1953.

class 4 vessels. In consequence, we have recomputed the catch-per-day's-absence, employing only the first three classes through 1941, and all four classes from 1942 onward. The resulting measurements, adjusted to class 3 as a standard, are shown in Figure 4. On the same figure is exhibited the catch-per-day's-fishing, for this species, which was calculated from the

catch-per-day's-absence for each class and the relationship of Figure 2, adjusting the results to class 3 as a standard using mean efficiency factors based on 1947-1953 logbook information. It may be seen that the relative changes in the two series are very similar to each other for this tuna species.

For each of the tuna species, the catch-per-day's-fishing provides measurements, over the series of years considered, of the *apparent abundance* in the Eastern Pacific taken as a whole. Records of total quantity of fish caught provide measurements of the *yield*. From the yield and apparent abundance may be calculated the *intensity of fishing* in terms of number of days fishing of a vessel size-class taken as a standard. In Figure 5, are shown these measurements for the years 1934 through 1953 for yellowfin tuna. The picture of the history of the fishery is quite similar to that shown in last

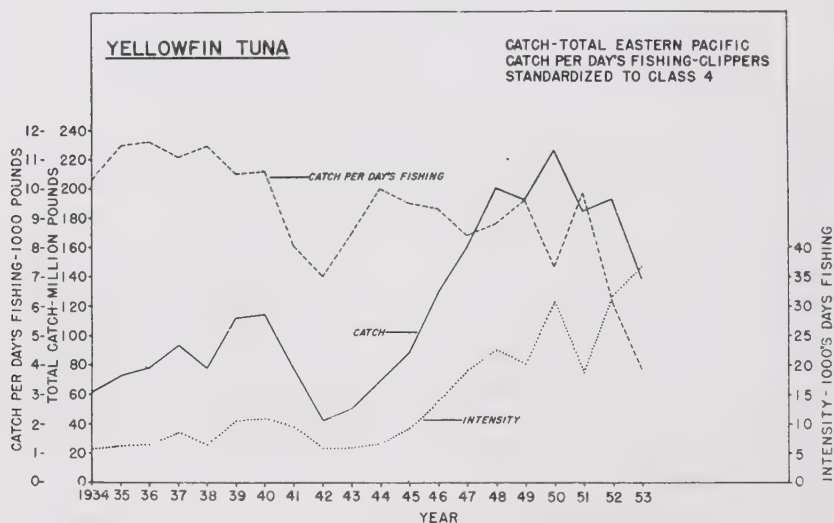


FIGURE 5. Total catch, standardized catch-per-day's-fishing, and calculated relative fishing intensity, for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean.

year's report, where abundance was estimated by catch-per-day's-absence. It may be seen that as the intensity of fishing and total catch increased up to the beginning of World War II, the abundance exhibited a downward trend. With lower levels of fishing intensity and catch during the early years of the war, the abundance recovered to nearly its former level. With the subsequent increase in fishing effort, the apparent abundance declined, while the catch increased until about 1950, since which it has fallen off. The changes in individual years exhibit some deviations from the general trend, of course, due presumably, in large part, to variations in availability related to environmental factors and also to some extent to variations in the seasonal pattern of fishing caused by economic circumstances. Since there appears to be a clear relationship between changes in fishing effort and abundance of yellowfin tuna, it may be concluded that the fishery is ex-

plotting this resource at a sufficient level to affect its abundance. Since in recent years, increased fishing effort has not resulted in increased total catch, it seems likely that the fishing intensity corresponding to maximum sustainable yield of yellowfin tuna has been reached or even somewhat surpassed.

Similar measurements are presented in Figure 6 for skipjack, again considering as a whole the entire Eastern Pacific fishery. It may be seen that the apparent abundance of this species has fluctuated rather widely in different years, but that there is no measurable trend associated with changes in amount of fishing effort. With the greatly increased fishing intensity subsequent to World War II, the total catch has continued to increase and the apparent abundance has remained at about the same general level as in prewar years when there was much less fishing effort. It would appear from this graph, that the skipjack resource is being exploited at a level so low that changes in abundance related to fishing effort cannot yet be detected in the presence of large variations arising from other causes. It appears that the production of skipjack, on a sustainable basis, is capable of considerable increase, which is not true for yellowfin.

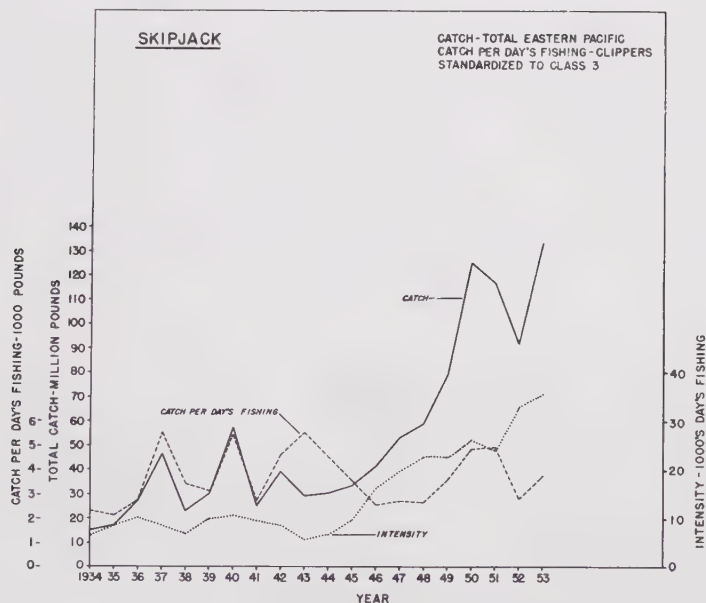


FIGURE 6. Total catch, standardized catch-per-day's-fishing, and calculated relative fishing intensity, for skipjack tuna in the Eastern Pacific Ocean.

To what extent the large short-term variations in apparent abundance of skipjack, and the smaller short-term variations in yellowfin abundance, are due to changes in actual abundance of the fish in the sea, and to what extent they are due to variable availability from year to year, is not now known. Investigation of this problem may be approached, in part, by means

of study of changes in size composition of the catch, which will be discussed further subsequently. Investigation of the relations between environmental factors and the distribution and behavior of the tunas is also important in this regard.

The above examination of the effects of fishing on the tuna resources considers each of the species in the Eastern Pacific as a single unit. Since it is beginning to appear from several lines of evidence that each species may be composed of several sub-populations, inhabiting different parts of our region, which do not rapidly intermingle, it is important, as one of the next steps in our research, to examine the statistical data of the fishery by geographical sub-regions. The boundaries of such sub-regions should be selected to correspond as nearly as practicable to natural biological units of the tuna populations. Since we do not yet know what these are, we must meanwhile proceed on the basis of arbitrary geographical subareas.

3. Compilation and analysis of historical data on bait-fishes

Until the Commission's staff commenced its investigations in 1951, no records were collected by any agency respecting the quantity of bait-fishes captured by tuna clippers. Since 1951 we have been collecting, from logbook records, information to make possible estimates of total amounts of each bait species captured in each of the baiting areas, as well as estimates of catch-per-day-of-bait-fishing to estimate changes in their apparent abundance. From old logbook records, which have now been completely summarized, and are undergoing analysis, it appears that we may have sufficient basic data for extending such estimates back to 1945. Records prior to 1945 are too scanty for this purpose. The analysis of records of bait catch has not yet proceeded far enough to report results at this time.

4. Research on theory of fishing

The employment of measurements of fishing effort, abundance, and yield to estimate quantitatively the relationship between fishing intensity and sustainable yield, and to estimate the level of maximum sustainable yield, for a fish resource, requires the employment of suitable mathematical models describing the effect of fishing on fish stocks. The development of mathematical models satisfactory as a basis of interpretation of the catch and effort data on the tuna fishery is, therefore, an important aspect of our research. During the preceding year studies were undertaken of mathematical models of a fishery, and these studies were carried somewhat further during 1954. In particular, methods of determining the essential parameters in the equations of the model from series of measurements of catch-per-unit-of-fishing-effort and total catch, by regression techniques, were investigated.

A preliminary application of these theoretical studies to the dynamics of the yellowfin tuna resources of the Eastern Pacific has also been made,

to provide a first estimate of the relationship between fishing intensity and equilibrium catch (sustainable average yield) and of the current condition of the fishery. The results are shown in Figure 7. The data employed in this analysis were the total catch from the entire fishing area, the standardized catch-per-day's-absence as an estimate of population size, and, in consequence, fishing intensity in terms of numbers of standard day's-absence-from-port. In this Figure are plotted the actual values of fishing intensity and total catch for each year 1934 through 1953. On the same graph is also shown a theoretical curve relating equilibrium catch to fishing intensity, the parameters of which were determined from the numerical data. Fitting the theoretical curve to the numerical data involves certain assumptions about the mathematical form of the curve, and about the relation of fishing intensity to average equilibrium population size. It should be noted that these assumptions may be only approximately true, and also that, due to rather large variability of catches from 1947-1953, the theoretical curve may not be quite correctly fitted. With these reservations, however, it may be seen that the level of fishing intensity reached in 1953 seems to be, in the aggregate, near, or slightly beyond, the level corresponding to maximum sustainable yield.

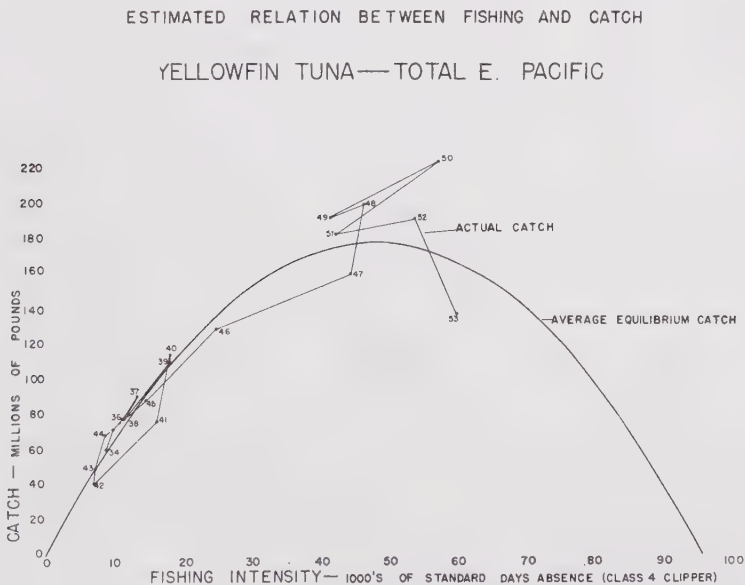


FIGURE 7. Estimated relation between fishing intensity and catch of yellowfin tuna in the Eastern Pacific.

Although all data are not yet completely assembled for 1954, it is known that the intensity of fishing decreased during that year. It appears that there will be a further decrease in 1955. It does not, therefore, seem probable that the yellowfin resource will be overfished in the near future. Since, however, it appears that at levels of fishing intensity very much higher

than those already attained the sustainable catch would be reduced, it is necessary that the Commission follow closely any new developments, meanwhile pursuing vigorously the several lines of research necessary to further refine the estimates of the condition of the stocks, as well as the biological and ecological investigations required as a basis of effective management recommendations at such time as they are needed.

5. Research on the biology, life history, and ecology of the tunas

Fundamental to adequate understanding of the population dynamics of the tunas, both as regards the effects of fishing on the resources, and the effects of environment-connected factors on their abundance and availability to capture, is information respecting important aspects of their life history and behavior, and their relationships to their physical and biological environment. Detailed information regarding these matters is also indispensable to the consideration of effective and efficient conservation measures to be recommended to the member governments, at such time as they may be required. Most details of the life history, biology, and ecology of these high seas, pelagic fishes have been little known until recent years. Although considerable progress has been made by the staff of the Tuna Commission and by researchers of other agencies, both in the Eastern Pacific and elsewhere, on elucidating these matters, much more comprehensive investigations will be necessary than have, so far, been possible. Research supported by the Commission has been expanded along important lines during 1954, but has been largely confined to those kinds of study which can be carried out ashore, based on examination of specimens in the commercial catch. Some research at sea has been possible during 1954, primarily through co-operative arrangements with the Scripps Institution of Oceanography, in the sea areas off Baja California, and some material was collected aboard vessels of the fishing fleet.

Population structure of the tropical tunas of the Eastern Pacific

The fundamental unit in the dynamics of each tuna species, and, therefore, the fundamental unit in the collection and interpretation of statistical data, and in the application of conservation measures, is the population. It is of basic importance, therefore, to determine the natural population units into which the tuna resources of our fishery area may be separable. This problem may be considered in two parts: (1) Do the tropical tunas of each species in the region of our fishery belong to a population or populations distinct from those of other regions of the Pacific, further to the westward? (2) Within the region of our fishery, does each species consist of a single, homogeneous population, or of several distinct or semi-distinct populations and, in the latter case, how are these populations bounded in space and time?

With respect to the yellowfin tuna, several lines of evidence indicate that those in the seas off the American West Coast do not intermingle

extensively with those further to the westward in the Pacific. Morphometric comparisons of specimens from the American area with specimens from the Marquesas and Society Islands, and with specimens from Hawaii, reveal rather large differences in fin lengths and some body proportions; a report, in our *Bulletin* series, on these studies, is in press. Tagging (by the California State Fisheries Laboratory) of yellowfin off the Americas has resulted in no recoveries from the commercial fisheries to the westward. Our analyses of statistics of fishing intensity and population abundance, discussed above, indicate that the amount of fishing in the Eastern Pacific has greatly affected the abundance, which would be unlikely if the fishery were supported by a large, trans-oceanic population which is unfished throughout much of its range.

For skipjack we cannot yet draw firm conclusions. During 1954, collection and analysis of morphometric data bearing on this problem were carried forward. To add to morphometric data collected off Panamá in 1953, one of our staff members collected additional sets of measurements aboard the tuna clipper *Jenita* from 165 specimens off Baja California in August 1954. For comparison with these, there are available, through the courtesy of the Pacific Oceanic Fishery investigations, a long series of measurements from skipjack caught near Hawaii, and a smaller series from the Society and Marquesas Islands. Comparison of the two series of measurements from the American region with those of the specimens from Hawaii, all of which were measured fresh soon after capture, reveals that with respect to several body proportions the differences between specimens from Hawaii and from the Americas are significantly greater than the differences between the two series from the Americas. Specimens from Southeast Polynesia were measured after frozen storage aboard a fishing vessel for some weeks. Although, after adjusting the measurements for effects of freezing, there are some apparently significant differences between these and American specimens, we wish to obtain measurements on fresh specimens from that area before accepting the results without reservations.

Morphometric comparison of specimens from different areas *within* the fishing region of the Eastern Pacific is technically difficult because the differences, if any, are small, and various possible sources of error must be carefully considered. Comparison of skipjack samples from off Panamá and off Baja California suggest that there may be real differences in some body proportions, but further data will be required before this can be accepted as true. Investigations made some years ago by a scientist of the California State Fisheries Laboratory failed to reveal differences in morphology of yellowfin tuna from different parts of the Eastern Pacific. However, it is believed that, in view of its importance, this problem should be re-examined.

Although investigations of population structure by morphometric stud-

ies must be continued, there is a good possibility that definitive results will not be obtained. Other approaches to the problem should, therefore, be pursued as well. The most straightforward means of investigation is the tracing of the migrations of fish from different areas by means of tagged specimens. Scientists of the California State Fisheries Laboratory have been conducting some tagging experiments, but the results are yet too scanty to provide a basis of conclusions about degree of intermixing of fish from different areas. The Commission's staff plans to augment this work at such time as funds permit.

Another approach to this problem which seems to be potentially fruitful is the comparison of patterns of size-composition of the stocks of tunas of commercial sizes in different areas. During the summer of 1954 the Commission initiated a program of sampling the commercial landings to obtain on a regular, continuing basis representative samples of the tunas captured in different fishing areas. This program of "market measurements," which provide information on several important aspects of the life history and population dynamics of the tunas, will be described in more detail below. From the data so far collected, it appears that from different regions of fishing there are in the samples of both tuna species modal sizes of fish which show a consistent pattern of growth from month to month, and which differ between regions. If continued sampling confirms that these characteristic differences in size-composition persist, it may be taken as evidence that the fish taken in one fishing area remain in that area over an extended period of time and do not mix appreciably with fish of different size which are found in other areas.

Investigations based on analysis of the size-composition of the commercial catch

Representative samples of a fish population taken serially over an extended period of time are useful in determining the ages and rates of growth of the members of the population, in determining relative sizes of incoming year-classes being recruited into the population, and in estimating the rates of mortality. By taking samples from different geographical regions, it may be determined whether any of these factors exhibit persistent characteristic differences which will indicate lack of mixing of the fish from different areas. Persistent seasonal differences in different areas in the time of occurrence of given modal sizes of fish also furnishes a basis of investigating the presence or absence of rapid mixing between areas.

In the summer of 1954, the staff of the Commission commenced a program of routinely collecting representative samples of the yellowfin and skipjack tunas landed at San Diego. The region of the Eastern Pacific was divided, on the basis of the distribution of concentrations of tunas revealed by logbook records, into several more or less natural sampling areas. It is attempted, as far as possible, to obtain representative samples of the catches made in each area in each month of the year. Due to variations in areas

frequented by the fleet in different seasons of the year, it is not possible to obtain such complete time-series for all areas, but it appears that complete time series can be obtained routinely from some of them.

Development of techniques of drawing samples at the canneries, so as to obtain samples representative of the landings, is somewhat complex, and is still under study. With a reduction of canning activity at San Diego, in the late fall, the program of sampling was extended to San Pedro, where it is being carried out co-operatively by our representatives and members of the staff of the California State Fisheries Laboratory.

Preliminary indications from data collected and analyzed so far indicate that the data being collected by the program will be productive of much new information. The few data already collected indicate that both the yellowfin and skipjack are rapid growing, and that the commercial catch of species consists of only about three age-classes. Age at first capture is probably one year for yellowfin and probably not over two years for skipjack. The growth of both species is sufficiently rapid that modal sizes corresponding to age-groups are well separated in the size frequencies, so that the rates of growth of the most numerous age-classes can be determined by following them from month to month. By comparing the relative numbers of fish making up the different modes from year to year we expect to be able to determine whether the large fishery-independent fluctuations in catch-per-unit-of-effort, exhibited especially by skipjack, are due to variable recruitment or to variations in availability to the fishery. It will, of course, be necessary to accumulate data for several years before definite conclusions will be forthcoming.

Studies of spawning of tunas

The spawning of the tunas is an important aspect of their biology concerning which very little information is available for the Eastern Pacific. During 1954 a study was initiated to investigate maturation and spawning, based on examination of specimens from the commercial catch. Since degree of maturity is more difficult to assess for males than females, the study is based on examination of female gonads. The primary purpose of the initial phases of the investigation is to develop rapid and objective means of characterizing stage of maturity, which may then be routinely applied. Therefore, only two geographical areas were selected from which to draw samples. In addition to collecting materials for development of methods, information was obtained on the spawning of tunas during 1954 in the two regions. The first area, designated "the Northern Area" extends from 20° N. latitude northward, but includes Revillagigedo Islands which extend down to 18° N. latitude. The second area "the Coast" covers the waters off Central America from Cape Mala (7° N. latitude to 15° N. latitude). Samples from Clipperton Island were excluded.

For each area, fifty females of each species were collected for each

month. They were selected to cover, as well as practicable, the range of sizes available for the area and month. For each fish was recorded the total length of the fish, the weight of the gonads, and the maturity as estimated by gross examination according to an arbitrary scale of six categories. From every fifth fish in the sample, a portion of the middle part of the left ovary was preserved in Gilson's fluid for preparation for measurement of diameters of developing eggs. After the connective tissue has been digested by the Gilson's fluid, a sample of the eggs is placed on a slide and the diameters of about 300 over 0.08 mm. diameter are measured from each specimen containing eggs of such sizes.

The best estimate of stage of ova development is, of course, provided by the measurement of egg diameters, but this is a very time-consuming process. It is believed that by determining the relationships between fish length, weight of gonads, and ova diameters, it may be possible to estimate sufficiently well the ova diameter, and hence state of sexual development, from the fish length and gonad weight. We may then apply this technique to the routine determination of degree of sexual development for large numbers of specimens from all parts of the Eastern Pacific. The compilation of the basic data from the sampling during 1954 is not yet complete, but it appears that satisfactory results in this respect will be forthcoming when the study has been completed.

Degree of development may also be rapidly characterized by gross visual examination of the gonads. This however, has the disadvantages that it does not have an objective, quantitative basis, and that a wide range of ova diameter stages is, of necessity, lumped into a single gross stage of maturity and precision is thereby lost.

From preliminary consideration of the information so far tabulated, it appears that in the Northern Area the smallest sexually mature yellowfin were about 650 mm. long, while on the Coast some maturing specimens were as small as 520 mm.

The spawning season of yellowfin in both areas studied during 1954 is quite long. In the Northern Area, spawning of yellowfin apparently extends from at least May through October. On the Coast the larger fish, at least, spawn somewhat throughout the year, but there appears to be heavier spawning from August through March, with a peak from December through February.

In the Northern Area very few skipjack in advanced stages of sexual maturity were obtained from the banks off Baja California and in the Gulf of California, but there appears to be some spawning in the vicinity of the Revillagigedo Islands, from at least September through April. On the Coast only a few skipjack in the most advanced stages of sexual development were obtained, most of them occurring between December and February.

Analysis of the size-frequencies of eggs in gonads in various stages of maturity also will provide a basis of determining whether each female tuna spawns only once each season, or more than once.

During 1955, the data from this preliminary study will be completely analyzed and a report prepared for publication. Based on the results of this work, we then plan to institute a program of more extensive sampling in all fishing areas. Meanwhile sampling is being continued in the two areas selected for the initial study.

Pelagic Area Studies

In 1953, the Tuna Commission, in co-operation with other agencies, was able to confirm the existence of a deep-living group of large yellowfin and bigeye tunas in equatorial waters of the Eastern Pacific Ocean. During 1954, a further opportunity was available to the Commission to add to its knowledge of the vertical distribution and abundance of tunas, and to add to our information respecting other aspects of the biology and ecology of the tunas, through participation in a program sponsored by Scripps Institution of Oceanography for the purpose of studying the fish resources and oceanography in the sea areas off Baja California. This project is known as the "Pelagic Area Studies." The area is of particular interest to the Commission because it is at the northern end of the distribution of the tropical tunas, and is subject to more pronounced seasonal variation in oceanic conditions than waters nearer to the equator. The marked seasonal changes that occur here appear to have considerable effect on the seasonal distribution and availability of tunas, and hence on the activities of the tuna fleet, especially that component which, by reason of limited range, is unable to fish the more distant grounds.

During the year, three cruises, each of some 30 days' duration, were conducted by the Scripps research vessel, *Paolina T*, in the general oceanic region from Guadalupe Island south toward the Revillagigedo Islands, and seaward from the Mexican mainland to about 125° West longitude. Figure 8 shows the area of study and the track of each cruise. The primary mission of these cruises, the first of which took place in May-June, was to investigate the occurrence and abundance of large pelagic fishes by means of long-line fishing. On Cruises 2 and 3, which were scheduled in July-August and September-October, respectively, some attempts were made at live-bait fishing for tunas, to catch fish for experiments with improved techniques of tagging. Secondary objectives of the cruises were oceanographic observations, quantitative zooplankton measurements by standard net hauls, night-light collection of forage fishes and other organisms, collections of stomach contents of tunas, and visual observations of abundance of surface schooling fishes and other organisms.

At each station, about 50 baskets of longlines, similar in design to those used previously on "Operation Longline" (see Annual Report for 1953) were

fished to sample fish populations at sub-surface levels. The fishing depths of the baited hooks were determined, by means of a sonic detector and special targets, to vary from about 20 to 60 fathoms. Standard one-meter plankton hauls were taken to 200 meters depth coincident with longline fishing, and at mid-station positions, to measure in quantitative terms the standing crop of zooplankton, and to collect fish eggs and larvae.

Measurements of sub-surface temperatures were made by means of bathythermograph casts and a continuous record of surface temperatures was obtained by a recording thermograph. On Cruise 3, standard hydrographic casts for temperature and salinity were also made in order to obtain information on the circulation by analysis of mass distribution.

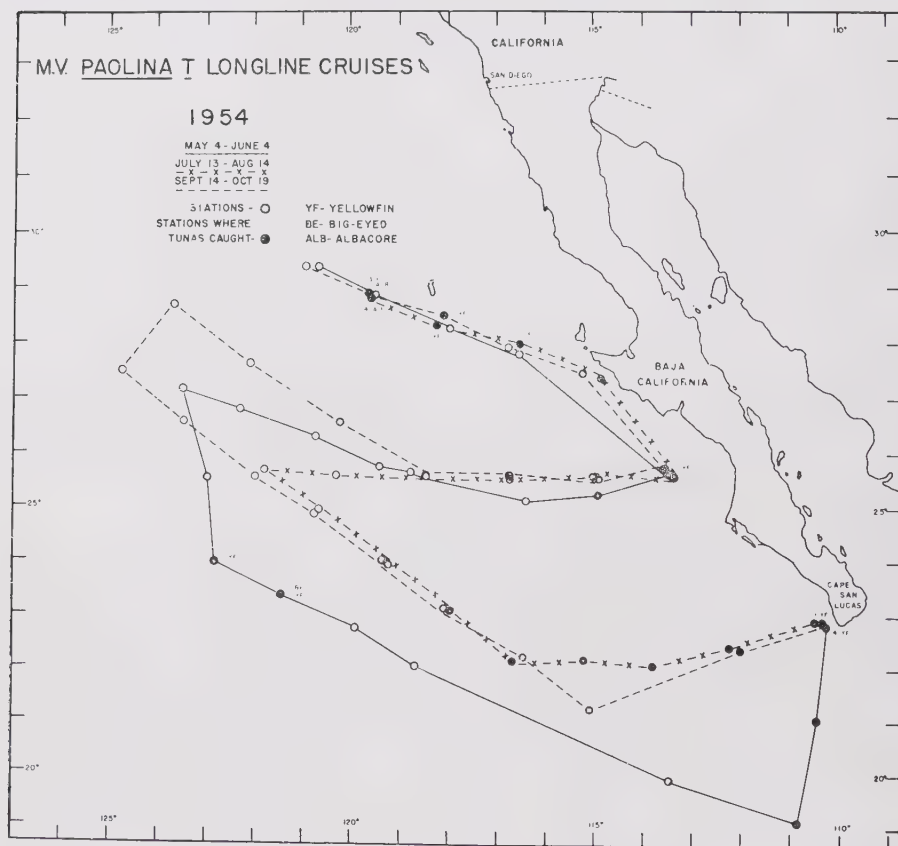


FIGURE 8. Longline cruises of the *Paolina T* during 1954, showing station positions and numbers of tuna captured at each station.

The position of each longline fishing station is shown in Figure 8. In all, a total of 61 sets were made setting a total of 16,860 hooks which resulted in the capture of 414 fish of all kinds. The catches consisted predominantly of various species of sharks, but included also a few tunas, marlin, sword-

fish, dolphin and other fish. The catch rates per 100 hooks fished per day, by kind of fish, for each cruise were as follows:

	Tunas	Spearfishes	Sharks	Miscellaneous*	All Species
Cruise 1	.12	.04	2.45	.32	2.93
(May 3-June 4)					
Cruise 2	.12	.77	1.30	.49	2.68
(July 13-Aug. 14)					
Cruise 3	.11	.31	1.09	.34	1.85
(Sept. 14-Oct. 19)					
Overall Average	.12	.35	1.61	.37	2.45

* Includes dolphin, opah, rockfish, stingray, and lancet-fish.

These results show that longline fishing for tunas within the designated area of study was very unproductive, the over-all catch rate being .12 fish per 100 hooks as compared with 1.30 fish per 100 hooks in more southerly waters last year on "Operation Longline." Only 20 tunas (14 yellowfin, 5 albacore, and 1 bigeye) were caught during the year and these were taken mostly on known inshore fishing banks or in areas where the commercial fishing fleet was operating at the time. The distribution of tuna catches by species and numbers of fish is also shown in Figure 8. Most of the tunas taken by longlines were small in size, compared to what are usually regarded as "longline" fish, and measured from 750 to 900 millimeters in total length. Four yellowfin tuna of somewhat larger sizes, about 1200 millimeters, were taken at Golden Gate Bank off Cape San Lucas during Cruise 1, but these fish also probably came from surface schools. It appears that, in contrast with equatorial waters, there was no important population of deep-living, large tunas in the area of study, at least at the times of these cruises.

The California Department of Fish and Game has been engaged in tagging tunas since 1952 to learn about migrations and other aspects of the life history and habits of these fish. In order to assist in this program, part of the summer and fall cruises was devoted to live-bait fishing for tunas and the tagging and release of all fish brought aboard in good condition. Bait-fishing, however, was not very successful from the *Paolina T*, and only a few yellowfin and skipjack were caught by this means. Including those tunas taken by longlines and trolling gear, a total of 27 fish (18 yellowfin, 8 skipjack, and 1 albacore) were tagged with California Fish and Game vinylite tags, and returned to the water. All the fish were tagged in a new device—a canvas trough with running sea water—designed to reduce mortality due to handling. One tagged yellowfin was subsequently recovered by the commercial fishery, but the recapture took place shortly after release in the same area where the fish had originally been caught.

Those tunas not in viable condition for tagging were either examined

at sea or preserved as whole specimens. Measurements of various body proportions were taken to supplement morphometric data already collected for studying the racial structure of Eastern Pacific tunas. Hard parts such as vertebrae, opercles, and fins were kept for later investigating methods of accurately determining the age of tunas, and stomachs and gonad samples were preserved for food and maturity studies.

A great deal of valuable information was collected in the course of these cruises, and it will be some time yet before the results will be completely known. From our standpoint, however, one of the most interesting results was the fact that there were no indications of the presence of tunas of large size in deep waters off Baja California, similar to populations found last year in equatorial waters or northerly extensions thereof. It would be desirable, however, to plan more extensive coverage of waters around the Revillagigedo Islands, because large tunas are taken here by surface fishing in certain seasons of the year, and our studies of samples from the commercial catch suggest that considerable spawning of yellowfin and skipjack takes place in or near this region.

6. Investigation of the oceanography of the tropical Eastern Pacific

The tunas are creatures of the high seas, leading a completely pelagic existence throughout their lives. The important frame of reference for tuna ecology is, therefore, not the topography of the land, but the water masses and currents of the ocean. Knowledge of the general oceanography of our area of study is, by and large, quite incomplete and we have even less information about the nature of the seasonal and annual variations in the circulation which must be an important basic cause of variation in abundance, distribution, and availability to the fishery, of the tropical tunas. It is, therefore, important to proper understanding of the tunas to measure the basic physical, chemical, and biological properties of their environment, and to achieve understanding of the causation of their space and time variations. This sort of study, which is collectively termed oceanography, requires expensive investigations, at sea, which have been quite beyond the means of the Commission. Fortunately, the Scripps Institution of Oceanography, and other research agencies, are interested in these phenomena from other standpoints, so that some progress is being made on oceanographic science of importance to us. The contribution of the Commission to this work has consisted of participation in the planning of oceanographic cruises of these other agencies, participation of staff scientists in the cruises, and the provision of a limited amount of assistance in the analysis of the resulting data.

During the summer of 1952, an extensive cruise by the Scripps research vessel *Horizon*, called the "Shellback" expedition, provided a considerable quantity of information respecting the general descriptive oceanography of our region. Analysis of the physical and chemical data from this cruise by

Scripps scientists is nearing completion and the results will be published in the near future. The physical and chemical data from "Shellback", and the information obtained at the same time on standing crops of zooplankton, as a measure of the biological productivity of different parts of the sea, have provided a basis of explaining in large part the reasons for the location of the areas of tuna concentrations shown by the catch records of the fishery. In each case, it appears that the areas of tuna concentrations are localities where the standing crops of basic food organisms are high, which, in turn, are places where physical processes bring nutrient-rich, sub-surface waters into the upper, sunlit zone of the sea.

During the early months of 1953, expedition "Longline" aboard the California Fish and Game research vessel *N. B. Scofield*, conducted longline fishing investigations in equatorial and adjacent waters. The fishing results have been reviewed in a previous report. At the same time, limited physical and chemical oceanographic data were collected, which are of particular interest because this was during the development of the "El Niño" off northern South America. Messrs. Wooster and Jennings of the Scripps Institution of Oceanography have analyzed the data and have published a report on them in a recent issue of "California Fish and Game." One of the most interesting aspects of the data is identification of a center of warm water of low salinity located off the coast of Central America, probably produced by warming *in situ* and excess of precipitation over evaporation during a period of relative stagnation. It is indicated that these waters were being transported southwestward during the period of the "Longline" cruise. Water found south of the equator, between Galápagos Islands and Ecuador was Equatorial Countercurrent water, either modified by mixing with warm water of low salinity, or overlain by such water.

As a part of the "Pelagic Area Studies," supported by the Scripps Institution of Oceanography, in the sea areas off Baja California, extensive data have been collected at different seasons of the year on the oceanic circulation, on the standing crops of phytoplankton and zooplankton, and other aspects of the general oceanography of the area. It will, of course, be some time before all these data have been completely analyzed. It appears, however, that the production of organisms low in the food chain, which ultimately support the carnivorous tunas at the top of the chain, is greatest in waters within 100 miles or so of the shore, and decreases rapidly in off-shore waters. This is doubtless related to the presence of coastal upwelling along Baja California. In some offshore areas, however, such as a region southwestward of Guadalupe Island, there seem to be local conditions of the circulation which result in increased productivity, and, correspondingly, the numbers of tunas and other large pelagic fishes are greater there.

During October-November 1955 there is planned to be conducted in the Eastern Pacific between California and northern Perú an expedition called "Eastropic" to obtain further information on the general oceanography of

our region of study. Particular attention will be given to some of the sea areas most important to the tuna fishery. Two Scripps vessels will be employed on this expedition. At the same time, a vessel of the Pacific Oceanic Fishery Investigations, out of Honolulu, will conduct a cruise to study the region of the countercurrent from the longitude of Hawaii eastward to the region covered by Scripps vessels. The Hydrographic Office of the Peruvian Navy is also tentatively planning to conduct studies, coordinated with these, of the waters of the Perú Current to the south of the region covered by Scripps craft. Staff members of the Commission are participating in the planning of the "Eastropic" expedition and three or more of our scientists will accompany the cruise.

7. Investigations of the biology and ecology of bait fishes

The major share of the catch of tropical tunas is made by hook and line, requiring the employment of large quantities of live-bait fishes to attract the tunas and induce them to bite. Collecting the information which may be needed as a basis of conservation of the bait resources, is, therefore, an important phase of our investigations.

As may be seen from Table 3, only five species of bait fishes are taken in sufficient quantity that there is even a remote possibility that the amount of bait fishing might adversely affect their continuing harvest. The quantities of "herrings," salimas, and other miscellaneous species are obviously quite insignificant. Of the five species, three (California sardine, northern anchovy, and southern anchovy) are being taken by other fisheries in very much larger quantities than the amounts taken as tuna-bait. During 1954, there were taken by the fisheries for canneries in the United States and Mexico, approximately 82,000 tons of California sardines and 20,000 tons of northern anchovies. In comparison, the quantities of the species utilized as tuna-bait, shown in Table 3, are rather small. In the case of the southern anchovy, taken as tuna-bait off the coast of Perú, it has been conservatively estimated that the guano birds annually consume 2,500,000 tons, in recent years at least, and the fisheries for reduction to meal and oil take in the neighborhood of 100,000 tons. Tuna-bait fishing is, therefore, entirely insignificant for this species.

The California sardine and northern anchovy are under intensive and comprehensive study by the California Co-operative Fishery Investigations. The southern anchovy is being studied by scientists of the Peruvian Guano Company and of the Dirección de Pesquería y Caza.

In view of the facts that the tuna-bait fisheries must have a relatively unimportant influence on these three species, in comparison with man's utilization of them by others means, and that they are under investigation by other agencies, our staff has limited its consideration of them to gathering data on the amounts taken by tuna boats, collecting samples from the tuna boat catches which are useful to the biological investigations of the

California Co-operative Fishery Investigations, and otherwise co-operating with the several investigating agencies.

For the Galápagos sardine our studies have been confined to collection of statistical data on the tuna-bait fishery and examination of samples of the catch collected for us by masters of fishing vessels. These examinations reveal that the catch consists almost entirely of small sardines less than one year old. From the catch statistics, it appears that the amount of bait sardines in the Galápagos Islands fluctuates greatly from year to year, independent of amount of fishing. Investigation of the biology of this species would require studies, by scientists in the Galápagos Islands, which the Commission is not now in a position to undertake.

The remaining bait species, the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, is the mainstay of the tuna fishery. This deep-bodied, tropical anchovy occurs in quantity in Almejas Bay on the outer coast of Baja California, at various places along the eastern shore of the Gulf of California, and in various bays and gulfs southward from there to about Cape Blanco, Perú. Because of its importance to the tuna fishery, and because of the lack of knowledge concerning it prior to our investigations, we have given major attention to the investigation of the life history, biology and ecology of this species.

Investigation of the biology, ecology, and life history of the anchoveta

Investigations of some of the important aspects of the life history and biology of anchovetas from the several localities where these species are taken as tuna-bait have been made possible by the collection of samples from the several areas, at different times of the year, by men of the fishing fleet. This material is being studied at our headquarters laboratory. In October 1954 a regional laboratory was established at Taboga Island, Panamá, from which comprehensive investigations of the anchoveta in this important baiting area are being conducted. Field studies of the small population now present in the Gulf of Nicoya are being carried out by personnel at our regional laboratory at Puntarenas, Costa Rica.

Previous studies of specimens from several major baiting areas have shown that there are distinct differences in several meristic characters, indicating that there is little or no interchange of anchovetas among these areas. The lack of extensive migration of this species is probably related to restriction of suitable feeding areas for the adult stages, which seem to feed by grazing on mud flats, subsisting on the microscopic plants, and perhaps also the organic detritus, which are abundant there.

Length-frequency measurements, from several baiting areas, has made it possible to follow modal size classes over extended time periods, and thus to gain some idea of the age and rate of growth of the members of the anchoveta populations. The most extensive collections are from Panamá,

where we have fairly good coverage from tuna boat samples during the last four years, supplemented by collections of an FAO representative in 1953, and collections by our own personnel this past summer and fall. The smallest sizes desirable for bait, in the vicinity of 60 mm. total length, appear in Panamá in the early spring, at which time they are probably about three months old. They grow rapidly, reaching an average length of about 130 to 135 mm. at one year of age, at which time they are sexually mature and spawn. The natural attrition of the population is evidently high, because fish over one year old which remain in the spring when the new zero age group appears are relatively quite scarce. Because the older fish are quite scarce, and perhaps also because the larger fish are not as desirable for tuna bait as smaller ones, the catch in Panamá consists almost exclusively of specimens in their first year of life, with fish in their second year being taken in small quantities. Judging from sizes in the samples available to us, few specimens live longer than two years. At Guaymas, and Ahome Point, in the Gulf of California, on the contrary, the size frequencies indicate that, in some years at least, a considerable share of catch is composed of fish in their second year of life and a significant number in their third year, although rates of growth appear quite similar to those at Panamá. Size frequency data from all baiting areas are being compiled continuously as samples from the fleet are obtained and, as sufficient data are assembled for the several areas, the results will be summarized in publications.

Examination of gonads of anchovetas from some baiting areas, for which samples are now available, and adequate for studying incidence of spawning, indicates that spawning varies both in season and duration in different areas. In Panamá, gonad development is observable beginning in September, the larger fish maturing somewhat earlier than smaller ones. Spawning probably extends from October to February, with the peak in November and December. At Guaymas, the condition of the gonads indicates spawning from late July or early August through at least October; since we have no samples from there for November we cannot determine yet whether the reproductive period extends to that month. In the Gulf of Fonseca, the spawning period is apparently rather long, extending from at least late July to December, and perhaps into January or February. It appears that in all areas anchovetas become mature and spawn at the close of their first year of life.

Liberation and recovery of tagged anchovetas is a potentially important means of confirming our conclusions regarding the lack of intermixing of fish from major baiting areas, and is also an important means of measuring the amount of migration within the different parts of some of the larger baiting areas, such as the Gulf of Panamá. Development of an anchoveta tagging program has not progressed as rapidly as might be desirable, partly because of the employment of staff scientists on other matters, and partly because of technical difficulties. Field trials at Guaymas and Panamá, dur-

ing the spring of 1953, of a tag which seemed suitable on the basis of aquarium tests, indicated that the tag was not satisfactory, due to shedding. A new tag was developed, patterned after the "toggle" tag used successfully by the Scottish herring investigations. This was given a preliminary test on anchovetas in the bait wells of the *Saratoga* in the fall of 1953, at the time of transplantation of anchovetas from Panamá to the Gulf of Nicoya. Field trials of this tag were attempted in Panamá during 1954. In early February, one of our scientists went aboard the clipper *Navigator* for this purpose. Although large quantities of anchovetas were available, they were all small fish averaging 60 mm. in total length. It was found that at this small size the fish could not be tagged satisfactorily because of very high mortality from the tagging operation. On 9 February, 882 of the small fish were tagged at Garachine Point, but the immediate mortality was obviously excessive. Further trials were, therefore, postponed until later in the spring when the fish would be larger. Subsequently, on April 28, one member of this group released at Garachine Point was recovered off the Anton River, about 110 miles distant, on the other side of the Gulf.

On May 11 to 14 two of our scientists conducted further trials. At this time the fish were large enough to handle and tag without noticeable mortality from this phase of the operations. The following numbers of fish were tagged, at the localities indicated, from the vessels *Sun Dial* and *Conte di Savoia*:

Anton River	497
Point La Plata	1067
Saboga Island	2525

The fish were tagged aboard the vessels and released in groups of several hundred, either by flushing them through the outlet of one of the bait-tanks, or by dipping them from a "crowder," which is a small net which is used to capture the fish in a bait tank. Except in the case of the Anton River experiment, it was necessary to release the fish in clear water some distance offshore from the muddy waters, where the fish were captured, since the clippers could not conveniently go so close to shore. It was noted that a large number of the anchovetas were immediately eaten by mackerel (*Scomberomorus*) and other predatory fish, and presumably many others were so lost before reaching the muddy, inshore waters and rejoining the schools there. The group of 497 fish were, on the contrary, released near to the muddy, inshore water off Anton River. From this group, four fish were returned to us which had been subsequently recaptured, in the same general area, after 10, 12, 26, and 27 days, respectively, of being released.

It appears, from this experience, that, at Panamá at least, it is important to release the tagged fish on the mud flats in the vicinity of other schools of anchovetas. This cannot be conveniently accomplished from clippers. Our new research boat, the *Atún*, which went into service in Panamá in November, is equipped with small bait tanks which should make

possible conducting tagging in a proper manner. Further tagging experiments are planned for April or May 1955, when adequate quantities of fish of suitable size for tagging by presently developed techniques are expected to be available.

Investigations in the Gulf of Panamá

Funds became available in July 1954 to support investigations in the Gulf of Panamá from a regional laboratory. Several months, however, were required to procure and remodel suitable laboratory working space, to procure a boat and convert it for research work, and to purchase and ship to Panamá required scientific equipment and supplies. Although some reconnaissance of the Gulf was accomplished, and some samples of anchovetas were collected, earlier in the fall, our program of field work in Panamá did not properly get under way until November.

Investigations in the Gulf of Panamá have two major purposes: (1) Elucidation of the life history and ecology of the anchoveta population of the Gulf of Panamá, as a foundation for investigation of the effects of fishing and natural factors on the resource and, (2) investigation of the effects of seasonal upwelling in the Gulf of Panamá on the basic biological productivity of this area, and its influence on the anchoveta population.

Our laboratory is located on Taboga Island, about 12 miles from Panama City, lying off the entrance to the Panama Canal, and is very convenient as a base for our field work. It is housed on the grounds of the Hotel Restinga, owned by the Government of Panamá, in a building which has been made available for our use by the Government. A 38-foot picket boat owned by the U. S. Army, Caribbean Command, was made available to the Commission on an indefinite loan basis. The craft has been converted and equipped for biological and hydrographic research. Investigations are conducted by a resident scientist, assisted by a boatman and two other assistants. Facilities are available for researchers from the headquarters laboratory as well, and for visiting scientists of other agencies who may wish to work on special problems.

Collections of anchovetas are being made throughout the year primarily in the Chame Point area, which is most convenient to our laboratory, but also in other parts of the Gulf, to determine their age, growth and spawning season. Eggs and larval stages are being obtained by plankton hauls during the spawning period, in order to complete an identified series of stages, which is required as a basis of future surveys of geographical and temporal distribution of spawning in the Gulf. A series of juveniles has been collected and identified down to a length of 21 mm., and we know the general characteristics of the eggs from ripe ovarian eggs. By working from both ends of the series, we may, therefore, complete the identification of stages between. Since there are several other tropical anchovies with similar eggs and larvae, this is a task of some difficulty, but is necessary

as a basis of studies of distribution of eggs and larvae both in Panamá and in other areas.

Work will be continued, along these and other lines, during the forthcoming year, to work out the details of the life history of this important bait species in this area. A start will be made on tracing migrations by tagging, and on investigating some of the ecological relationships of this species.

The large population of anchovetas, the extensive shrimp resources, and the other sizable fish resources of the Gulf of Panamá, are believed to result from unusually high basis productivity of this region due to intense upwelling which occurs during the "dry" season, from about January to May. The nature of the meteorological and physical phenomena involved are known fairly well from an extensive series of meteorological measurements, sea level measurements, and sea temperature data at the entrance to the Canal, which have been collected by the Panamá Canal Company for nearly 50 years. An oceanographic survey, by the U. S. Navy vessel *Hannibal*, in 1933, of the Gulf of Panamá and adjacent seas, has also contributed importantly to our understanding. It appears that during the period from about January to April or May, the winds from the north increase in frequency and force. The wind stress on the sea surface causes the surface water to be transported offshore and to be replaced by colder, more saline water which upwells from deeper layers. As a result there is a marked depression of mean sea level, a temperature decrease, and an increase in salinity in the Gulf of Panamá. Since the deep waters which are upwelled are rich in plant nutrients, it is believed that this fertilizes the waters of the Gulf, and is the basis of the biological productivity of the area.

In order to measure the relationship of the biological phenomena to the physical phenomena in the Gulf, we have established a station about 10 miles southeast of Taboga Island, which is occupied twice each month. At these regular intervals are taken water samples at several depths, to be analyzed for salinity, oxygen, and particulate iron. It is also planned to determine inorganic phosphate, but equipment malfunction has precluded this initially, and it may be mid-1955 before this is commenced.

Temperature from surface to bottom is measured with a bathythermograph. Standing crop of mixed phytoplankton is determined by quantitative vertical hauls with a 20 cm. net of bolting silk of 173 meshes to the inch. Species composition is to be determined by quantitative water-bottle samples, the determinations being made by a co-operating scientist of the Scripps Institution of Oceanography. Basic productivity is being measured by the Carbon 14 technique, again with the assistance of a Scripps scientist. Standing crop of zooplankton is determined by quantitative hauls with a standard half-meter net of 40XXX silk grit gauze with a 56XXX bag. These data, together with the series of observations already being made by the

Canal Company, should provide a good basis of elucidating the biological effects of upwelling in this extremely interesting and important area. Since the Canal Company records extend over so many years, an understanding of the relationships between the physical phenomena and the biological effects should lead to a basis of understanding of both long term trends and short term variations in the bait and other fisheries of Panamá.

Investigations in the Gulf of Nicoya

Investigations in the Gulf of Nicoya were continued during 1954 at our regional laboratory at Puntarenas, Costa Rica. Investigations based on collections and observations made at this laboratory consisted of: (1) Continuation of studies of the anchovies and herring-like fishes of the Gulf. (2) Observations and collections to study the re-establishment of the anchoveta population, and to elucidate the biology and ecology of that species. (3) Continuing measurement of hydrographic conditions.

During 1952 and 1953 extensive collecting and observing in all parts of the Gulf of Nicoya failed to produce a single specimen of the anchoveta which was, up to 1947, abundant. In the course of this work, much material was collected on the several species of anchovies and herrings which inhabit the Gulf, and which also occur in other littoral areas of the tropical Eastern Pacific. Study of this material is of value to the Commission for two reasons: (1) A few of the species are sometimes used for tuna-bait, both here and elsewhere. (2) Determination of taxonomic characteristics of adult and young stages of these species is a necessary part of the work involved in identifying larval and juvenile stages, which has application in all areas where the Commission may study anchovetas and other related bait species. Mr. C. L. Peterson of our staff, who was at Puntarenas until early 1954, has, therefore, spent a good part of the year working at our headquarters laboratory and at the University of California at Los Angeles, studying all of this material, and is now completing a report for publication on the taxonomy of the anchovies and herrings of the Gulf of Nicoya, and on some aspects of their life history and ecology. Since there are 13 species of anchovies in addition to the anchoveta, as well as 9 species of herrings, in our collections from the Gulf of Nicoya, this has been a somewhat complex task.

For most of the species, sexually mature females were collected, enabling the determination of the size and shape of the eggs, which is valuable to the ultimate solution of the problem of identifying the pelagic eggs of the anchoveta. Unfortunately, size and shape are not sufficient characters for this, because several species have eggs of the same size and shape as the anchoveta. The field is, however, narrowed down to about 8 species, for which additional ovarian and larval characteristics will have to be worked out.

In the fall of 1953, the Commission conducted an experimental transplantation of anchovetas from Panamá to the Gulf of Nicoya to determine

whether a population could be re-established by this means. Evaluation of this experiment was, during 1954, and continues to be, the most important mission of the staff members at Puntarenas. For this purpose, collections and observations are made regularly in different parts of the Gulf.

In early October 1953, about a half a million adult, ripening anchovetas were transported from San Miguel Bay, Panamá, to the Gulf of Nicoya, and were released on October 9, in the vicinity of Chira Island. Small schools of fishes believed to be anchovetas were reported in October and November near Chira Island and Puntarenas, but only two specimens were recaptured, three and four weeks after release. Both appeared to be well fed and were at an advanced stage of sexual maturity. Despite intensive collecting, no adult or juvenile anchovetas were captured during the remainder of 1953 or during the early part of 1954. However, on May 11 specimens began to show up in trawl-net collections between Barranca and Rio Grande; between May 11 and 31, 152 specimens were captured. These ranged from 95 to 121 mm. in length, averaging approximately 110 mm. These were considerably smaller than the adults transplanted from Panamá and, on the basis of growth rates of Panamá fish, were the right size to be four to six months old. It is presumed, therefore, that they are the progeny of the transplanted fish. Between June 15 and 28, 68 more specimens were taken in trawl collections in the same area, and these were about 10 mm. larger than the ones taken in May. Additional specimens, of increasing average length, were captured in September, October, and early November. This is good evidence of a resident population of growing fish. By November the specimens averaged about 130 mm. in length.

Specimens in advanced stages of sexual maturity were first taken in August, and similar specimens continued to be taken through the fall. Measurements of the lengths of samples of the (oval) eggs from the ovaries of those anchovetas indicated that there were fish in the collections for which spawning was imminent during the whole period August through October, from which it is inferred that anchovetas were probably spawning in the Gulf of Nicoya during this entire period, at least. Our vessel was laid up for repairs during most of November, so the terminal date of occurrence of ripe adults is indefinite.

Young anchovetas from the 1954 spawning were first collected in December. A Puntarenas-based vessel took at least 100 specimens of about 90 mm. average length, near Negritos Island, on December 21, and other schools were reported seen. Twenty-five specimens of a smaller size, ranging from 25-33 mm. in length, were taken by members of our staff in a beach-seine at Pájaro, near Negritos Island, on December 29. If anchovetas in the Gulf of Nicoya grow like those in Panamá, 90 mm. fish are about 4 or 5 months old, while 30 mm. fish are probably little over a month old. This, of course, is consistent with the long spawning period inferred from the gonads of adults captured during the late summer and fall.

Observations and collections will be continued during 1955, of course, to keep track of the anchovetas in the Gulf, and to ascertain, if possible, how rapidly the population is increasing. The experiment appears a good deal more hopeful of success than at this time last year.

During 1953 and 1954, subsequent to the transplanting of the anchovetas, plankton collections were continued at regular intervals in several parts of the Gulf, so that it may be determined whether eggs and larvae of this species appear in them. This is a direct means of verifying the spawning of the species in the Gulf in 1953 as well as in 1954. The time-consuming job of sorting out eggs and larvae from these collections has been completed. We are not, however, yet able to distinguish the eggs and larvae of anchovetas from those of some closely related species. This problem, which is difficult, will have to be solved before the material in the collections can be identified. For this purpose we must build up series of developmental stages of the anchoveta and of related species, and learn to recognize identifying characters of each. This is being pursued, on the basis of material from both Costa Rica and Panamá, but is not expected to be completed for some time.

From March 1952 through August 1953, observations of temperature and salinity were made at approximately monthly intervals at several depths at nine stations in the Gulf of Nicoya. Net hauls were also made to measure standing crops of plankton organisms. These observations gave us a fairly good idea of the general hydrographic regime in the Gulf of Nicoya, so that, since August 1953, observations have been decreased to six times a year at five stations, to provide a basis of determining annual variations in hydrographic conditions in different parts of the Gulf. In October 1954 a continuous recording thermograph was also installed at the Puntarenas pier, and surface samples are being taken weekly to determine salinity changes at this location.

In order to provide a basis of understanding the relation between local climatology and the hydrography of the Gulf of Nicoya, historical meteorological data from several stations, both near the Gulf and on the Meseta Central, have been obtained from the archives of governmental and other agencies. Current data are being routinely collected.

These hydrographic and meteorological data are of value, in combination with biological observations, in elucidating the ecology of the anchoveta and related species in the Gulf of Nicoya. Summarization and analysis of the information for this purpose is proceeding rather slowly, due to the necessity of devoting most of our time to problems of greater immediate concern.

Publication of research results

The amount of information which has been, and is being, collected by the staff along the several lines of research, makes it necessary that an increasing share of our time be devoted to analysis and interpretation, rather than data-gathering. Some research has progressed sufficiently to warrant publication. The Commission publishes scientific reports by staff members and by co-operating scientists in its *Bulletin*. Two numbers of the *Bulletin* have been published during 1954, and two others which were completed during 1954 are in press; the titles have been given in the Commissioner's report (page 10).

Staff members of the Commission also publish papers on the results of some of their research in other scientific journals. Seven such contributions have been published, or are now in press, and are listed below:

1. Schaefer, M. B.
1953—Algunos aspectos biológicos de la corriente peruana.
Boletín Sociedad Geográfica de Lima, Tomo LXIX, 1952, pp. 83-93.
2. Shimada, B. M.
1954—On the distribution of the big-eyed tuna, *Parathunnus sibi*, in the tropical Eastern Pacific.
Pacific Science, April 1954, pp. 234-235.
3. Schaefer, M. B.
1954—Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch.
Proc. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 6th Annual Session, Nov. 1953, pp. 53-64.
4. Schaefer, M. B.
1954—Development and conservation of the tuna fisheries of the Pacific.
Proc. 8th Pacific Science Congress, *In press*.
5. Juhl, Rolf
1955—Notes on the feeding habits of sub-surface yellowfin and big-eyed tuna of the Eastern Tropical Pacific.
Calif. Fish & Game, Vol. 41, No. 1, pp. 99-101.
6. Wilson, R. C. and Shimada, B. M.
1955—Tuna longlining: Results of a cruise to the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Calif. Fish & Game, Vol. 41, No. 1, pp. 91-98.
7. Menzies, R. J., T. E. Bowman and F. G. Alverson
1955—Studies on the biology of the fish parasite *Livoneca convexa* (Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) Richardson.
Wassman Journal of Biology, *In press*.

APENDICE A

INFORME SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1954

por

Milner B. Schaefer, Director de Investigaciones

El propósito de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, de acuerdo con la Convención, es recoger e interpretar la información requerida para mantener las poblaciones de atún y de los peces de carnada que sirven para su pesca, a niveles que permitan una producción máxima permanente año tras año. A fin de recolectar e interpretar esa información, la Comisión ha empleado a un personal de científicos que están encargados de trabajar en determinadas materias de investigación, las cuales son parte de un amplio programa de estudio de la biología, la ecología y la dinámica de las poblaciones del atún y de los peces-cebo, incluyendo los efectos de la pesca y de los factores del medio ambiente sobre las poblaciones de cada especie.

Debido a la limitación de fondos, no le ha sido posible al personal científico completar todo el programa de investigaciones adoptado por la Comisión e insistentemente recomendado a los Gobiernos Miembros. Los esfuerzos iniciales en el estudio del atún han sido dirigidos primordialmente a la recolección y análisis de la información histórica y corriente, en gran parte constituida por datos estadísticos de las operaciones de pesca y sus resultados, para determinar el estado de la pesquería con respecto a los efectos de la explotación del hombre sobre los recursos. Esta es la información que más esencialmente necesita la Comisión, siendo una base indispensable para formular un plan de investigaciones biológicas pertinentes a los propósitos de la Comisión. Las investigaciones se han iniciado dentro de algunos de los aspectos de la historia natural y la biología del atún, que llevan particularmente al conocimiento de la estructura de sus poblaciones y al conocimiento de los factores biológicos comprendidos en los efectos que la pesca produce en las existencias de peces. Estas investigaciones, que conducen fundamentalmente a la detallada interpretación de las medidas estadísticas, y que suministran una base de recomendaciones prácticas y eficientes para el control de la pesquería, a tiempo en que ese control sea indicado como necesario, no han sido tan completas ni tan intensamente continuadas como es de desear, pero ha sido posible ampliarlas un poco durante 1954. Debido principalmente a la continua cooperación de otras oficinas de investigación, también ha sido posible llevar adelante

algunos estudios de la oceanografía del Pacífico Oriental, cuyo conocimiento es fundamental para comprender las variaciones en la abundancia del atún motivadas por causas distintas a la pesca. La Comisión ha estado incapacitada para mantener un trabajo en el mar con embarcaciones de investigación necesarias para este tipo de actividades científicas, por lo que resulta afortunado, en consecuencia, que la ayuda de otras entidades haya estado a nuestro alcance.

El estudio de los peces-cebo, necesarios para la captura del atún por el método de carnada viva, que es usado en el 85% de la pesca total de atún, ha sido dirigido primordialmente a la investigación de la historia natural, de las divisiones de la población y de la ecología de la anchoveta. De las especies importantes de peces-cebo, la anchoveta y la sardina de las Islas Galápagos son las únicas por las cuales la pesquería de carnada para el atún realiza una parte importante de la pesca total, y, por lo tanto, es preciso a la Comisión contemplar la posible necesidad de regular la captura de peces-cebo. Como el Ecuador no es miembro de la Comisión, y como nuestro estudio de la anchoveta ha exigido la mayor parte del tiempo del personal científico disponible, hemos hecho solamente estudios muy preliminares sobre las sardinas de las Islas Galápagos, con base en muestras recogidas por la flota pesquera. La investigación sobre la anchoveta ha señalado un buen avance durante 1954, tanto en nuestro laboratorio principal como en nuestros laboratorios regionales de Costa Rica y Panamá. Se han efectuado también investigaciones, en el Golfo de Nicoya, sobre anchoas y peces parecidos al arenque, que son similares a la anchoveta, tanto por ser deseable para el estudio de la ecología de la última especie citada, como para dar alguna información general sobre los peces-cebo de importancia secundaria, ya que todos ellos son poco conocidos a la ciencia.

Estamos particularmente agradecidos a la Institución Scripps de Oceanografía, la que ha puesto a nuestra disposición laboratorios y oficinas, el uso de su biblioteca y de su equipo, dándonos también otras facilidades. El sabio consejo de su Director y de su Facultad ha sido de gran valor para los miembros de nuestro personal. El empleo de sus barcos-laboratorios en problemas oceanográficos de interés para la Comisión, ha hecho posible el avance de nuestro programa de trabajo más allá de lo que hubiera sido factible con nuestros propios recursos.

Las investigaciones durante 1954 incluyeron las siguientes actividades:

1. Compilación de estadísticas corrientes de la pesca total, volumen y resultados de la pesca, y abundancia de las poblaciones de peces.

La continuación de las medidas de la abundancia de las poblaciones de peces, de la cosecha obtenida de dichas poblaciones y del volumen de pesca requerido para lograr esa cosecha, proporciona la más importante información básica para investigar la dinámica de los recursos de atún, y para que la Comisión y los Gobiernos Miembros se mantengan informados

del estado en que tales recursos se encuentran. Las medidas de todos estos factores se obtienen en la forma más conveniente de los datos detallados de la pesquería. En consecuencia, nuestro personal científico mantiene un sistema de continua recolección, compilación y análisis de los datos de la pesca total de cada especie de atún del Pacífico Oriental, y pormenorizada información que toma de un gran número de unidades de la flota pesquera (que constituye una buena muestra representativa de la misma) sobre la intensidad de la pesca y de las cantidades de peces capturados, por especies, áreas geográficas y estaciones de cada año. Estos datos, cuando son debidamente comparados con información similar de años anteriores, e interpretados en relación con informes biológicos y ecológicos auxiliares, constituyen la base que permite obtener una suficiente comprensión de los efectos de la pesca sobre los recursos, para hacer posible una explotación racional de los mismos.

Estadísticas de la pesca total de atún

Los métodos para recolectar información con respecto a sumas totales y clases de atún tropical pescado en el Pacífico Oriental, han sido comentados en informes anteriores. Se considera que los números de la producción total han sido esencialmente completados, con excepción de muy pequeñas cantidades que se consumen fuera de los Estados Unidos, en otros países, acerca de las cuales no siempre se consiguen cifras completas y correctas de producción. Tales cantidades carecen de importancia. En la Tabla 1 se ha tabulado la pesca total de cada especie de 1940 a 1954, junto con las cantidades recibidas para su industrialización en los Estados Unidos. Las cantidades recibidas en los Estados Unidos incluyen las pescas logradas tanto por pescadores estadounidenses como por pescadores de otras naciones que han embarcado su producto con destino a los Estados Unidos para ser enlatado. Como en años recientes éstas llegan a más de un 95% de la pesca total de cada especie, las cifras que representan el atún recibido en los Estados Unidos constituyen por sí solas un muy buen índice de la producción total.

En la Tabla 1 puede verse que en 1954 la pesca total de aleta amarilla fué ligeramente menor que en el año anterior. Como, según será demostrado, el promedio de aparente abundancia de esta especie, de acuerdo con el resultado de la pesca efectuada por los clippers atuneros, fué mayor en 1954 que en 1953, la disminución en la pesca total corresponde a una merma en la intensidad de las actividades pesqueras.

La pesca de barrilete alcanzó, por el segundo año consecutivo, la mayor producción durante 1954, y el porcentaje de esta especie llegó en la pesca total al más alto nivel registrado por la pesquería moderna (esto es, desde 1927). Sin embargo, la parte de barrilete en la pesca de 1954 probablemente es anormalmente alta para el nivel corriente del esfuerzo de pesca, ya que, como se demostrará más adelante, la aparente abundancia de esta especie en 1954 fué significativamente más alta que el promedio en los veinte

TABLA 1. PESCA DE ALETA AMARILLA Y BARRILETE EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL
1940-1954, en millones de libras

Año	Descargadas en, o transportadas congeladas a los Estados Unidos				Pesca total, Pacífico Oriental			
	Aleta Amarilla	Barrilete	No identi- ficadas por especies	Total	Aleta Amarilla	Barrilete	No identi- ficadas por especies	Total
1940	113.9	56.6	...	170.5	114.6	57.6	...	172.2
1941	76.7	25.6	...	102.3	76.8	25.8	...	102.6
1942	41.5	38.7	...	80.2	42.0	39.0	...	81.0
1943	49.3	28.9	...	78.2	50.1	29.4	...	79.5
1944	63.1	30.0	1.1	94.3	64.1	31.2	1.1	96.4
1945	87.3	33.3	...	120.6	89.2	34.0	...	123.2
1946	128.4	41.5	...	169.9	129.7	42.5	...	172.2
1947	154.8	52.9	...	207.8	160.1	53.5	...	213.6
1948	199.8	60.9	0.2	260.9	200.3	61.5	7.3	269.1
1949	191.7	80.6	1.2	273.5	192.5	81.0	9.2	282.7
1950	204.7	126.8	...	331.5	224.8	129.3	...	354.1
1951	181.8	118.3	3.7	303.9	183.7	121.1	3.7	308.5
1952	191.3	89.2	2.8	283.3	192.2	90.8	4.5	287.5
1953	138.3	133.6	...	271.9	138.9	133.7	1.6	274.2
1954	135.0	172.2	0.1	307.3	(1)	...	...	...

(1) Datos sin completar

últimos años. La producción de esta especie está sujeta a cambios de alguna consideración año con año, cuyas causas exactas no se conocen todavía.

La mayor parte de la pesca de ambas especies de atún es efectuada por los clippers atuneros, en que los pescadores atraen el atún y lo inducen a morder mediante el empleo de carnada viva, capturándolo luego con cuerda y anzuelo al que colocan un atado de plumas, o bien un pez vivo como carnada. El resto de la pesca lo realizan barcos rederos. La Tabla 2 presenta los porcentajes de cada especie, descargados por la flota de California, que fueron capturados por los clippers durante los últimos siete años. Como se indica en nuestro informe correspondiente al año 1953, la baja cifra de 73.1 por ciento de aleta amarilla en ese año fué atribuible a la escasa disponibilidad de esa especie en aguas fuera de la costa norte de Sud América, asociada a una anomalía oceanográfica en aquella área que es frecuentada principalmente por los clippers. Con condiciones oceanográficas en aquella área al parecer más normales durante 1954, y presentándose una más alta abundancia aparente de aleta amarilla, el porcentaje de pesca de esta especie logrado por los clippers aumentó a 85.9.

**TABLA 2. PORCENTAJE, POR ESPECIES, DE DESEMBARQUES
HECHOS POR BARCOS CLIPPERS CON
BASE EN CALIFORNIA**

Año	Aleta amarilla	Barrilete
1948	81.9	92.3
1949	86.6	94.1
1950	80.6	89.6
1951	90.8	88.7
1952	82.8	87.2
1953	73.1	90.8
1954	85.9	87.8

Rutinariamente se recoge información de la pesca total de cada una de las especies de atún, por subdivisiones geográficas, con base en los desembarques en la Costa Oeste de los Estados Unidos. Se encuentra esa información tanto en lo que se refiere a los años corrientes como a cierto número de años en el pasado, en los datos estadísticos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California y en otras fuentes. También estamos rutinaria y continuamente recolectando, gracias a las anotaciones contenidas en los libros de a bordo, información sobre cambios estacionales y anuales en la producción y en el esfuerzo de pesca, por subdivisiones geográficas del Pacífico Oriental. Esta información, que es demasiado extensa y compleja para ser recapitulada aquí, nos suministra un fundamento firme para lograr y comprender los cambios en la distribución de la abundancia del atún en el espacio y en el tiempo, a fin de relacionarlos con los cambios en la intensidad de la pesca y en los factores del medio ambiente. En el curso del tiempo serán publicados reportes científicos para dar a conocer e interpretar estos datos.

Medidas de los cambios en la abundancia del atún

La abundancia de recursos para las pesquerías marinas, tales como las especies tropicales de atún, es más fácilmente estimada por los datos de la pesquería misma. La producción por unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería comercial, proporciona una base para medir la abundancia de los peces de tamaños comerciales según son hallados por los pescadores. Los cambios en la abundancia que se mide por la pesquería, o sea la *abundancia aparente*, pueden variar, sin embargo, de los cambios en la verdadera abundancia de los peces de tamaño comercial en el mar, debido a las variaciones en la relativa facilidad para su captura, lo que a menudo se llama *disponibilidad*. A pesar de ello, en una serie de años las variaciones en la disponibilidad se promedian de manera que la tendencia de la abundancia aparente, en una serie de años, puede usualmente tomarse como la medida de la correspondiente tendencia de la abundancia verdadera. Tomando en cuenta la información referente a la relación entre los peces, y su medio ambiente, también podemos identificar frecuentemente algunas de las variaciones debidas a cambios en la disponibilidad, y así evitar confusiones con los cambios en la abundancia verdadera de las poblaciones. Los efectos de "El Niño" en 1953 sobre el atún aleta amarilla en aguas fuera de la costa de Sud América son un ejemplo del caso.

Dos sistemas de estadística sobre la abundancia aparente de los atunes tropicales han sido aplicados: la medida de "la pesca por cada día de actividad pesquera" y la de "la pesca por cada día de ausencia del puerto". Esta última ha sido empleada previamente para estimar los cambios en la abundancia aparente a través de los datos históricos registrados de 1934 a 1953, ya que se dispuso de informes abundantes para hacer los cálculos en relación con casi toda la flota durante esa serie completa de años. No es, sin embargo, una medida tan precisa como la de "la pesca por cada día de actividad pesquera", porque puede ser afectada por las variaciones en el resultado de la pesca de carnada y por las variaciones en el tiempo que se toma en trasladarse de una zona de pesca a otra. Afortunadamente, como será demostrado en la sección sobre análisis de los datos históricos (página 68), hemos estado en condiciones de verificar que estos factores han sido de pequeña importancia en la práctica, de manera que "la pesca por cada día de ausencia del puerto" es una muy buena medida de la abundancia aparente. Sin embargo, en virtud de nuestros análisis de las series históricas, se ha descubierto que nuestros métodos de combinación de los datos de los diferentes tamaños de embarcaciones para computar el promedio estandarizado de "la pesca por cada día de ausencia del puerto", han ocasionado alguna distorsión debido a la falla en distinguir entre la eficiencia pesquera de las embarcaciones de diferentes tamaños, y la habilidad de los barcos de distinta capacidad para pescar en las áreas de mayor abundancia de atún. Esto será comentado posteriormente al tratar del análisis de los datos históricos.

"La pesca por cada día de actividad pesquera" ha sido empleada como

nuestra medida de la abundancia aparente del atún desde 1951, cuando nuestro personal científico comenzó a recoger datos de los diarios de a bordo. Estos datos nos ponen en capacidad de calcular “la pesca por cada día de actividad pesquera” en cuanto a cada una de las seis clases de barcos (por tamaños) de la flota, y computando la relativa eficiencia de cada clase, para combinar también los datos sobre los diferentes tamaños de embarcaciones, podemos obtener una sola medida de la abundancia aparente en términos de “pesca por cada día de actividad” de una clase por tamaño tomada como estandard. Como se demostrará más adelante (página 68), hemos logrado recientemente estimar estos mismos datos estadísticos con respecto a los años anteriores valiéndonos de los datos históricos sobre “pesca por cada día de ausencia”.

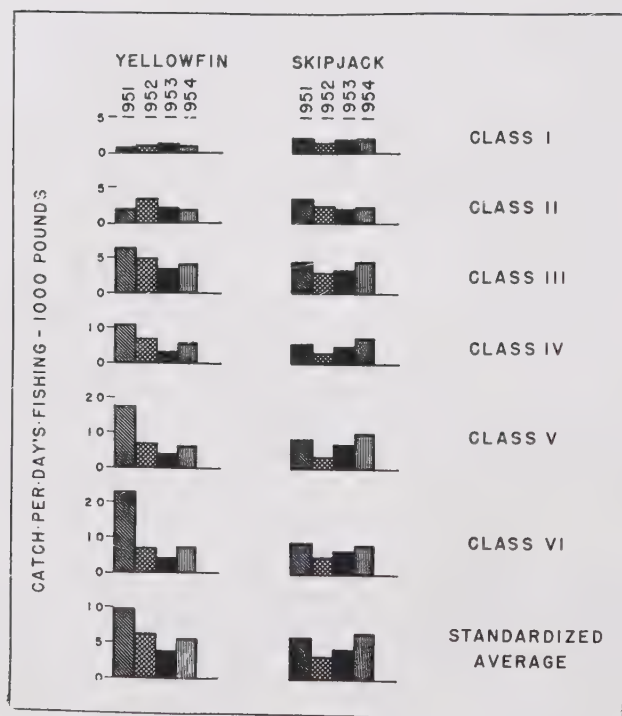


FIGURA 1. Pesca por cada día de actividad en la captura de atún, por especies y clases de barcos clippers (por tamaños), de 1951 a 1954 inclusive.

En la Figura 1 aparecen las medidas de la aparente abundancia del aleta amarilla y del barrilete, estimadas con base en “la pesca por cada día de actividad pesquera” según datos de los diarios de a bordo de 1951 a 1954 tomados de los clippers atuneros por el personal de la Comisión. Con respecto al aleta amarilla, puede verse que las dos clases más pequeñas de barcos, que pescan exclusivamente en la parte septentrional de la región, al norte del Golfo de Tehuantepec, han encontrado las mismas densidades de población de peces en los cuatro años, a pesar de que es evidente alguna

variabilidad. "La pesca por cada día de actividad pesquera" de las cuatro clases mayores exhibe una persistente tendencia hacia abajo de 1951 a 1953, siendo el declive más marcado para las dos clases más grandes, que en general son las que más se alejan de sus puertos de base. Como se anotó anteriormente, una parte del declive que registran las embarcaciones grandes en 1953, se cree debida a la baja disponibilidad en aguas fuera de Sud América asociada a los fenómenos de "El Niño" en la primavera de aquel año. En 1954 todas las clases experimentaron un aumento en la pesca de aleta amarilla por "cada día de actividad pesquera", excepto la clase más pequeña. Esto se debe probablemente, en parte, a mayor disponibilidad y a circunstancias oceanográficas más normales en las áreas de pesca más al Sur. Sin embargo, se debe probablemente también, en parte, a algún aumento en la abundancia de los stocks asociado a una ligera merma en la intensidad de la pesca.

La pesca de barrilete por "cada día de actividad pesquera" fluctúa un poco de un año a otro para todas las clases de barcos (por tamaños) como puede verse en la Figura 1. La abundancia aparente de esta especie en 1954 fué más alta que la de los años recientes para todos los tamaños.

Estadísticas sobre la pesca de carnada

Una parte importante en la continua tarea de llevar datos estadísticos de las operaciones de la flota pesquera, es la compilación de cantidades y clases de peces que se emplean como carnada para el atún, para cuyo objeto nos servimos de los datos que arrojan los diarios de los clippers atuneros. Obtenemos cifras exactas de las cantidades de peces capturados por cerca del 85% de las embarcaciones de la flota, y con base en esas cantidades podemos hacer estimaciones razonablemente precisas de la pesca total, calculando la proporción de carnada que se ha empleado para el atún pescado por ese 85%, muestra representativa de la flota que nos proporciona tales datos, y aplicando ésto a los desembarques de la flota completa. No se han incluido en estos cálculos algunos barcos muy pequeños que pescan esporádicamente cerca de California, ni los barcos con base en Latinoamérica, ni algunos de los Estados Unidos que acarrean pescado de Panamá y otras partes. Las estimaciones comprenden, sin embargo, alrededor del 90% de toda la carnada capturada, y ésto da una bastante buena medida del rendimiento de las pesquerías de peces-cebo.

Las cantidades de las diferentes clases de estos peces que así se estima han sido capturadas durante cada uno de los últimos años, aparecen tabuladas en la Tabla 3.

La anchoveta, una anchoa tropical que se encuentra desde la Bahía de Almejas, en Baja California, hasta el norte del Perú, es la más importante especie de los peces de carnada para el atún. Esta especie constituye el 46% de toda la carnada que se usó en 1954. El Golfo de Panamá fué el área de pesca principal de anchoveta en dicho año, seguida de las zonas que es-

tán sobre la costa oriental del Golfo de California. La sardina de las Islas Galápagos es notable por su variable abundancia aparente de un año a otro. Los informes de la flota indican que esta especie se consiguió en buenas cantidades en 1954, pero su parte en la totalidad de la pesca de carnada descendió al 15%. Esto se debe en mucho probablemente al incremento en el empleo de la anchoa sureña, que se presenta en cantidades enormes en alta mar frente a la costa del Perú y que constituyó el 14% de toda la carnada que se usó en 1954.

Nosotros obtenemos de los diarios de pesca de los clippers atuneros no solamente los informes sobre las localidades donde se pesca la carnada y las cantidades y clases de peces capturados, sino también los datos del tiempo empleado en su pesca. Estos datos nos ponen en capacidad de estimar la abundancia aparente de las especies de carnada en las diferentes áreas, por las cifras que representan el resultado por "cada día de actividad en la pesca de carnada", siguiendo métodos análogos a los empleados en el análisis de las estadísticas de la pesca de atún. Tales cálculos se encuentran en proceso con respecto a los años corrientes, pero todavía no han alcanzado un grado tal como para rendir un informe al presente.

2. Compilación y análisis de los datos históricos sobre el atún

La interpretación de los datos estadísticos corrientes en términos de las condiciones de los recursos atuneros y los efectos de la pesca sobre ellos, depende de las comparaciones con medidas similares en una serie de años, abarcando diferentes niveles de intensidad en la pesca. Es de una gran importancia obtener series temporales de datos comparables durante tantos años atrás como sea posible, para cotejar con la información corriente. Por lo tanto, se le ha dado mucha preferencia a la recolección, tabulación y análisis de los datos cuantitativos respecto de las pesquerías de atún durante años pasados. Afortunadamente se han obtenido datos adecuados para recapitular con algún detalle el crecimiento de la pesquería desde los muy bajos niveles de explotación registrados en los años 1930 y siguientes, y para estimar los efectos generales de la pesca en los recursos de atún. Se ha hecho un buen progreso durante 1954 en las investigaciones basadas en estos datos. Todas las anotaciones de los viejos diarios de abordó y otros datos han sido abstractados, tabulados y sumariados por el sistema de tarjetas perforadas, en forma que hace posible su análisis para estudiar los cambios en la abundancia de las especies de atún. El análisis subsiguiente también ha tenido muy buen desarrollo y suministra información de gran valor para nuestra comprensión de la dinámica de la pesquería.

En la estimación de la relativa abundancia de cada una de las especies de atún en una serie de años comprendida entre 1934 y 1953, hemos empleado previamente el cálculo de "la pesca por cada día de ausencia del puerto" y hemos comentado los resultados de tales estimaciones en el último informe anual. La aplicación de ese cálculo (pesca por cada día de ausencia) para estimar la abundancia del atún con base en las anotaciones de pesca

TABLA 3. CANTIDADES* Y PORCENTAJES DE LAS CLASES DE PECES-CARNADA TOMADAS POR LA
 FLOTA DE CLIPPERS CON BASE EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS
 DURANTE EL PERIODO 1951-1954

	1951			1952			1953			1954		
	Cantidad	Porcen- taje		Cantidad	Porcen- taje		Cantidad	Porcen- taje		Cantidad	Porcen- taje	
Anchoveta (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	1604	63.0		2589	59.8		1611	37.2		1780	45.9	
Sardina de California (<i>Sardinops caerulea</i>)	382	15.0		295	6.8		440	10.2		202	5.2	
Sardina de Galápagos (<i>Sardinops sagax</i>)	83	3.3		594	13.7		1080	24.9		590	15.2	
Anchoa del Norte (<i>Engraulis mordax</i>)	160	6.3		590	13.6		851	19.7		601	15.5	
Anchoa del Sur (<i>Engraulis ringens</i>)							33	0.8		553	14.2	
Sardina de California y Anchoa del Norte mezcladas y que no han sido identi- ficadas separadamente	12	0.5		52	1.2		173	4.0		65	1.7	
"Herring" o "gallera" (<i>Opisthonema</i> , <i>Sardinella</i> , <i>Ilisha</i>)	146	5.7		115	2.7		77	1.8		47	1.2	
Salima (F. Xenichthyidae)	61	2.4		55	1.3		26	0.6		23	0.6	
Otras especies y no especificadas	97	3.8		36	0.8		36	0.8		21	0.5	
TOTAL	2545			4326			4327			3882		

* En miles de scoops (Un scoop es la cantidad que se saca de la red y se echa en el tanque de carnada de la embarcación por medio de una pequeña bolsa de malla fina en forma de caza mariposas).

de los clippers atuneros, implica la suposición de que, en esa serie de años, el porcentaje de tiempo de la ausencia del puerto que se empleó exactamente en la pesca de ese pez (*no* navegando ni consiguiendo carnada) fué constante de un año a otro. De los datos corrientes e históricos de los diarios de a bordo, que han sido ahora examinados en detalle, parece desprenderse que esa suposición fué, en efecto, suficientemente satisfactoria.

Al reducir a un estandard común "la pesca por cada día de ausencia", calculada para cada clase, por tamaño de embarcación, hemos empleado factores de corrección a que llegamos por la comparación del promedio de los valores de "la pesca por cada día de ausencia" respecto de cada clase en cada año de la serie 1934-1953. Los factores de corrección resultantes ajustan las diferencias por la relativa capacidad de pescar de los diferentes tamaños de barcos, cuando el promedio de abundancia encontrado es el mismo por cada uno, pero también corrigen por el poder que tienen barcos de tamaños más grandes para pescar en una mayor extensión en regiones más abundantes de peces.

Podemos computar los factores de corrección, que llamamos *factores de eficiencia*, aunque sólo en cuanto a la relativa capacidad de pesca de embarcaciones de diferente tamaño, mediante la comparación de "la pesca por unidad de esfuerzo" de barcos de tamaños distintos en actividad en las mismas áreas y en los mismos años. Esto, desde luego, requiere información sobre la exactitud de las localidades de pesca, el número de días dedicados a esa actividad y la producción por cada día, la que se obtiene por los datos de los diarios de a bordo. Se dispone de records fidedignos de esa naturaleza de 1947 a 1953 para calcular tales factores de eficiencia.

La mejor medida de la abundancia aparente de cada una de las especies de atún, parece ser el promedio de "la pesca por cada día de actividad pesquera". Se dispone también de una buena cantidad de datos contenidos en diarios de pesca, para calcular directamente ese promedio, en cada año, desde 1947. Los records de los libros de a bordo anteriores a ese año son insuficientes para un cálculo directo de promedios en que se pueda tener confianza. Hemos examinado, en consecuencia, los datos que hemos tenido a nuestro alcance, con el objeto de ver si por algún medio es posible estimar "la pesca por cada día de actividad pesquera" durante años más atrás, con base en los datos sobre "pesca por cada día de ausencia del puerto", de los que sí se dispone en toda la serie de años desde 1934. Por cada año en que un número suficiente de viajes de una clase por tamaño (de barcos) ha sido registrado en los libros de a bordo de modo que proporcione promedios dignos de confianza, hemos computado "la pesca por cada día de actividad" y "la pesca por cada día de ausencia" logradas en dichos viajes. Los resultados se muestran en la Figura 2. En la sección de arriba, que presenta los datos sobre el barrilete, puede verse como los puntos todos están bastante cerca de una línea de regresión linear. En el caso del aleta amarilla (en la sección de abajo) los puntos, para todas las clases por tamaños, aparecen

también muy cerca a lo largo de una sola línea de regresión, pero la relación no es muy rectilínea. En cuanto a los años anteriores a 1947 hemos hecho, en consecuencia, la estimación de “la pesca por cada día de actividad pesquera”, por cada especie de atún, tomando el promedio de “la pesca por cada día de ausencia” efectuada por una clase dada de barcos en un año dado, y estimando la correspondiente “pesca por cada día de actividad” con base en la apropiada regresión de la Figura 2. Para combinar las estimaciones de diferentes clases por tamaño en un solo valor para una clase tomada como estandar, hemos empleado el sistema de los factores de eficiencia basados en los datos de 1947 a 1953.

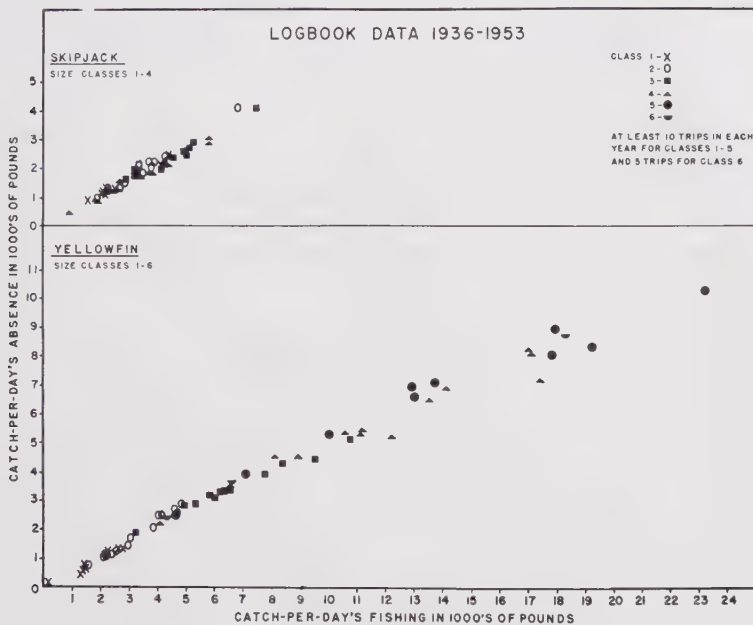


FIGURA 2. Relación entre “la pesca por cada día de ausencia” y “la pesca por cada día de actividad”, por especies, según los datos contenidos en los diarios de los clippers atuneros.

En la Figura 3 se indica la pesca de aleta amarilla “por cada día de ausencia” con base en todas las clases de embarcaciones, estandarizadas en la clase cuarta por medio de factores de corrección basados, a su vez, en el promedio de “la pesca por cada día de ausencia” de cada clase durante el período 1934-1953. Esta es, esencialmente, la misma serie presentada en nuestro informe anual de 1953, excepto en cuanto a la base de ajustamiento, que incluye un año más. En la misma Figura se indica “la pesca por cada día de actividad” en la misma serie de años. Hasta el año 1946 se tienen como base las estimaciones de “la pesca por cada día de actividad” hechas a través de “la pesca por cada día de ausencia” de cada clase con empleo de la relación de la Figura 2; de 1947 a 1953 nos hemos basado directamente en los records de los diarios de a bordo. En cada caso los datos son ajustados

a la clase 4 usada como estandard, empleando el sistema de los factores de eficiencia computados por los records registrados en dichos diarios de 1947 a 1953. Puede notarse como las dos series de medidas de la abundancia aparente muestran las mismas tendencias. Sin embargo, durante el período de la Segunda Guerra Mundial, "la pesca por cada día de ausencia" es relativamente más alta que "la pesca por cada día de actividad", debido a la diferencia en la naturaleza de los factores de ajustamiento para las dos series, combinada con el cambio marcado en la composición de tamaños de la flota durante este período, en que las embarcaciones más grandes fueron tomadas en su mayor parte por el Servicio Naval.

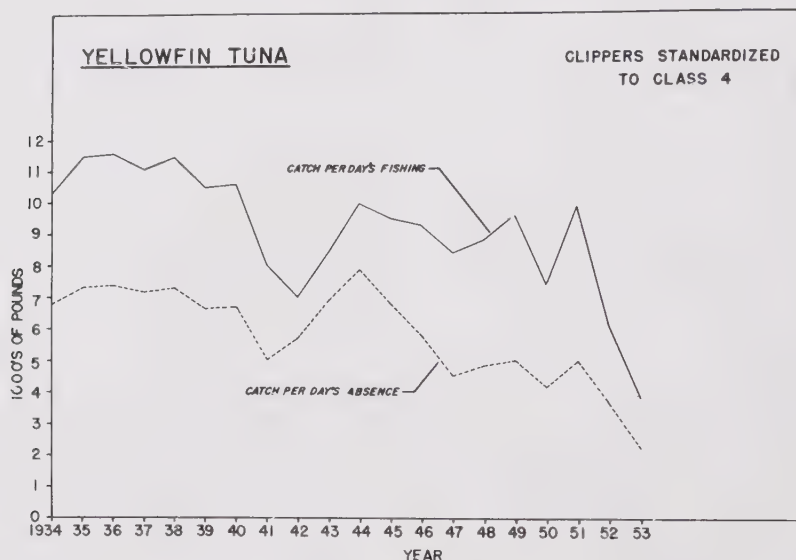


FIGURA 3. "Pesca por cada día de ausencia" y "pesca por cada día de actividad" de atún aleta amarilla, estandarizada en la clase 4 (por tamaño de barco), de 1934 a 1953 inclusive.

En nuestros primeros estudios sobre la abundancia aparente del barrilete usamos los datos de los cuatro tamaños más pequeños, omitiendo las dos clases más grandes de barcos, porque parecía que, en cuanto a esas cuatro clases más pequeñas, la abundancia del aleta amarilla no influenciaba la parte del tiempo empleada en la pesca del barrilete. La revisión de los datos indica, sin embargo, que con anterioridad a 1941 la pesca del barrilete puede haber sido influenciada en algo por la abundancia del aleta amarilla en relación con los barcos de la clase cuatro. En consecuencia, hemos recomputado "la pesca por cada día de ausencia", empleando solamente las tres primeras clases hasta 1941, y las cuatro clases de 1942 en adelante. Las medidas resultantes, ajustadas a la clase tres usada como estandard, aparecen en la Figura 4. En esa figura se exhibe la pesca de esta especie "por cada día de actividad", calculada a través de "la pesca por cada día de ausencia" correspondiente a cada clase, y la relación de la Figura

2, ajustando los resultados a la clase 3, tomada como estandard, con el empleo de los factores de eficiencia media basados en la información contenida en los diarios de a bordo durante el período 1947-1953. Puede observarse como los cambios relativos en las dos series son muy similares uno con otro en cuanto a esta especie de atún.

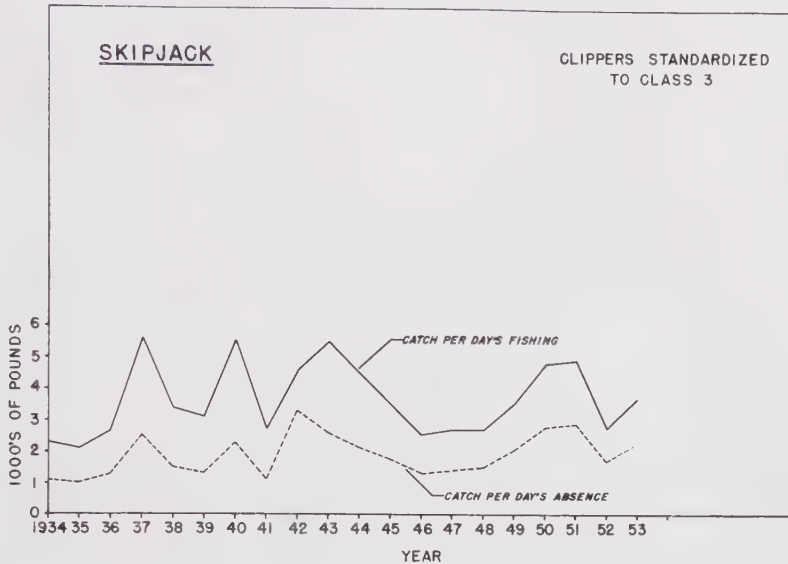


FIGURA 4. "Pesca por cada día de ausencia" y "pesca por cada día de actividad", del barrilete, estandarizada en la clase 3 (por tamaño de barco), de 1934 a 1953 inclusive.

Para cada una de las especies de atún, "la pesca por cada día de actividad pesquera" proporciona la medida, durante la serie de años en referencia, de la *aparente abundancia* en el Pacífico Oriental considerado como un todo. Los records de la cantidad total de peces capturados dan la medida del *rendimiento*. Por el rendimiento y la aparente abundancia puede calcularse la *intensidad de la pesca* en términos del número de días dedicados a esa actividad por una clase de barcos tomada como estandard. En la Figura 5 se indican estas medidas durante los años 1934 a 1953, correspondientes al aleta amarilla. El cuadro de la historia de la pesquería es muy similar al que presentamos en el informe del último año, cuando la abundancia fué estimada por "la pesca por cada día de ausencia". Puede observarse como mientras la intensidad de la pesca y la producción total aumentó hasta el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, la abundancia marcó una tendencia hacia abajo. Con más bajos niveles de intensidad en la pesca y la producción durante los primeros años de la guerra, la abundancia recobró casi su antiguo nivel. Con el aumento subsiguiente en el esfuerzo de pesca, la abundancia aparente declinó, mientras que la producción subió hasta alrededor de 1950, desde donde ha venido declinando. Por supuesto, los cambios que marcan los años individualmente, señalan algunas desviaciones

de la dirección general, debidas presumiblemente, en gran parte, a las variaciones en la disponibilidad relacionada con los factores del medio ambiente y también, hasta cierto punto, a las variaciones en la pauta estacional de la pesca causadas por circunstancias económicas. Como parece existir una clara relación entre los cambios en el esfuerzo de pesca y la abundancia del aleta amarilla, puede llegarse a la conclusión de que la pesquería está explotando este pez a un nivel suficiente como para afectar su abundancia; y como en años recientes el aumento en el esfuerzo de pesca no ha dado por resultado un aumento en la producción total, pareciera que la intensidad de la pesca correspondiente al máximo rendimiento sostenible del aleta amarilla, ha sido alcanzada y aún sobrepasada un poco.

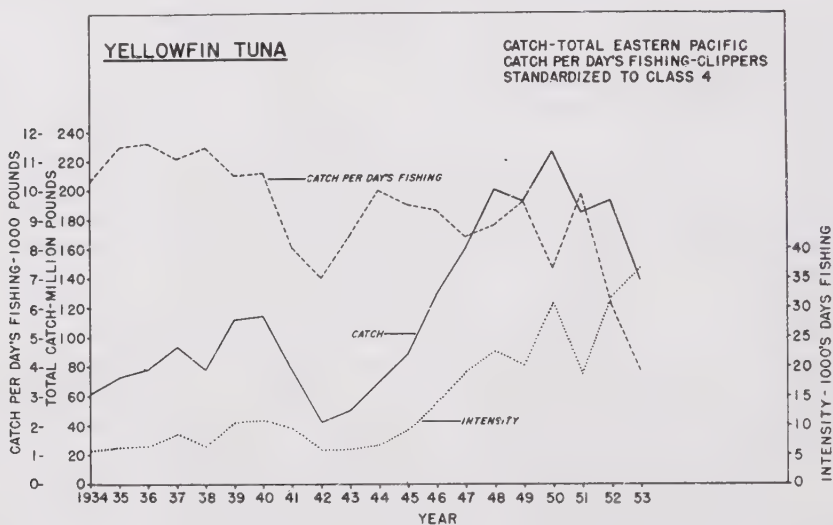


FIGURA 5. Pesca total de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental, con estandarización de "la pesca por cada día de actividad", y cálculo de la relativa intensidad de la pesca.

Medidas similares presenta la Figura 6 con respecto al barrilete, considerando de nuevo como un todo la pesquería del Pacífico Oriental. Puede notarse como la abundancia aparente de esta especie ha fluctuado más ampliamente en diferentes años, pero no hay una tendencia mensurable asociada a cambios en el volumen del esfuerzo de pesca. Con el gran aumento en la intensidad de la pesca que siguió a la Segunda Guerra Mundial, la producción total ha continuado creciendo y la abundancia aparente ha permanecido alrededor del mismo nivel general de los años anteriores a los acontecimientos bélicos, cuando se registraba un esfuerzo de pesca mucho menor. De este gráfico pareciera desprenderse que el barrilete se explota a un tan bajo nivel, que los cambios en la abundancia relacionados con el esfuerzo de pesca no pueden ser percibidos todavía en presencia de las grandes variaciones resultantes de otras causas. Parece que la producción de barrilete, en una base sostenible, es capaz de un considerable aumento, lo que no ocurre ciertamente con el aleta amarilla.

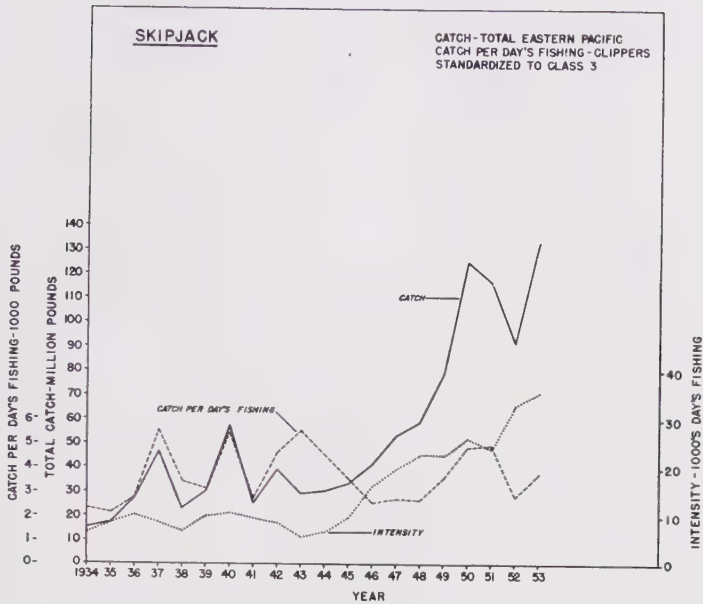


FIGURA 6. Pesca total de barrilete en el Océano Pacífico Oriental, con estandarización de "la pesca por cada día de actividad" y cálculo de la relativa intensidad de la pesca.

No se sabe hasta qué punto las grandes variaciones en corto tiempo registradas en la abundancia del barrilete, y las menores variaciones, también en corto tiempo, en la abundancia del aleta amarilla, son debidas a cambios en la abundancia verdadera de esos peces en el mar, ni hasta qué punto se deben a la variable disponibilidad que se presenta de un año a otro. La investigación de este problema puede abordarse, en parte, por medio del estudio de los cambios en la composición de tamaño de la pesca, lo que expondremos adelante con más amplitud. También es importante a este respecto la investigación de las relaciones entre los factores del medio ambiente y la distribución y conducta de los atunes.

El examen precedente sobre los efectos de la pesca en las existencias de atún, considera cada una de las especies, en el Pacífico Oriental, como una sola unidad. Como por diversos medios de evidencia comienza a vislumbrarse que cada especie puede estar compuesta de varias sub-poblaciones que habitan diferentes partes de la región objeto de nuestro estudio, las cuales no se mezclan rápidamente, es importante el examen de los datos estadísticos de la pesquería por sub-regiones geográficas, como uno de los próximos pasos de nuestra investigación. Los límites de tales sub-regiones deben ser seleccionados en forma que correspondan lo más práctica y cercanamente posible a las unidades biológicas naturales de las poblaciones de atún; y como todavía no conocemos cuáles son esas unidades, debemos mientras tanto proceder sobre la base de una delineación convencional de sub-áreas geográficas.

3. Compilación y análisis de datos históricos sobre peces de carnada

Hasta que el personal científico de la Comisión comenzó sus investigaciones en 1951, ninguna oficina o institución había recolectado informes respecto de la cantidad de peces-carnada capturados por los clippers atuneros. Hemos estado recogiendo, desde 1951, información de los libros de la flota para poder estimar el total de las cantidades de cada especie de carnada conseguido en cada una de las áreas propicias, y para hacer también cálculos de "la pesca por cada día de actividad", que nos permita determinar los cambios en su abundancia aparente. Con los records de los viejos libros de a bordo, cuyo resumen tenemos ya completo y están en proceso de análisis, creemos tener suficientes datos básicos para remontarnos en nuestras estimaciones hasta 1945. Los records anteriores a 1945 son demasiado escasos para este propósito. El análisis de las cifras sobre pesca de carnada no ha avanzado suficientemente como para informar en los presentes momentos acerca de sus resultados.

4. Investigación sobre la teoría de la pesca

La aplicación de medidas para conocer el esfuerzo de pesca, la abundancia y el rendimiento, y para estimar cuantitativamente la relación entre la intensidad de la pesca y el rendimiento sostenible, así como el nivel de la máxima producción permanente de un recurso pesquero, requiere el empleo de modelos matemáticos convenientes que señalen el efecto de la pesca en los stocks de peces. Por consiguiente, el desarrollo de modelos matemáticos que satisfagan como base para la interpretación de los datos sobre la pesca y el esfuerzo registrado en las pesquerías de atún, constituye un importante aspecto de nuestra investigación.

Durante el año anterior se hicieron estudios de modelos matemáticos de una pesquería, y se avanzó un poco más en ellos durante 1954. Particularmente se investigaron métodos para determinar los parámetros esenciales en las ecuaciones del modelo resultante de series de medidas de "la pesca por unidad de esfuerzo" y pesca total, por aplicación de técnicas de regresión.

También se ha hecho una aplicación preliminar de estos estudios teóricos a la dinámica de los recursos de atún aleta amarilla del Pacífico Oriental, a fin de lograr una primera estimación de la relación entre la intensidad de la pesca, la pesca de equilibrio (promedio sostenible de rendimiento) y de las condiciones corrientes de la pesquería. Los resultados pueden verse en la Figura 7. Los datos empleados en este análisis han sido los correspondientes a la pesca total efectuada en toda el área, "la pesca estandard por cada día de ausencia" como una estimación del tamaño de la población y, en consecuencia, a la intensidad de la pesca en términos del número de días estandard de ausencia del puerto. En la indicada figura se representan gráficamente los valores reales de la intensidad de la pesca y de la producción (pesca) total por cada año, de 1934 a 1953. También

aparece en el mismo gráfico una curva teórica que relaciona la pesca de equilibrio con la intensidad de la pesca, cuyos parámetros han sido determinados por los datos numéricos. El ajuste de la curva teórica a los datos numéricos comprende ciertas suposiciones acerca de la forma matemática de la curva y acerca de la relación de la intensidad de la pesca con el equilibrio promedio del tamaño de la población. Debe notarse que estas suposiciones sólo pueden ser ciertas aproximadamente y también que debido a la inmensa variabilidad en las pescas de 1947 a 1953, la curva teórica no puede ser ajustada muy correctamente. Con estas reservas, no obstante, puede verse como el nivel de la intensidad en la pesca alcanzado en 1953 parece estar, en su totalidad, cerca o ligeramente más allá del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible.

ESTIMATED RELATION BETWEEN FISHING AND CATCH

YELLOWFIN TUNA—TOTAL E. PACIFIC

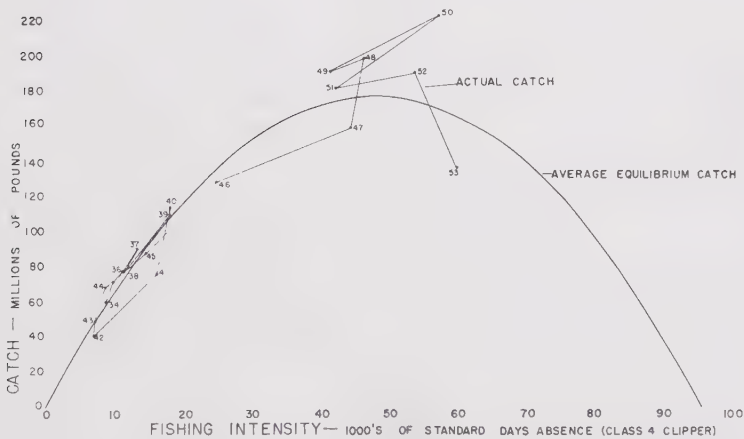


FIGURA 7. Relación estimada entre la intensidad de la actividad pesquera y la pesca de atún aleta amarilla en el Pacífico Oriental.

A pesar de que todos los datos referentes a 1954 no han sido todavía completamente ordenados, se sabe que la intensidad de la pesca decreció durante ese año. Se espera que sufrirá una reducción mayor en 1955. No parece probable, en consecuencia, que el atún aleta amarilla sea pescado excesivamente en un futuro próximo.

Sin embargo, como la pesca debe ser reducida cuando los niveles de la intensidad en las actividades pesqueras sean mucho más altos que los que ya han sido alcanzados, es necesario que la Comisión siga muy de cerca cualquier nuevo desarrollo, y que continúe al mismo tiempo empeñada con vigor en las diversas ramas de investigación necesarias para un mayor perfeccionamiento de las estimaciones sobre las condiciones de los stocks, así

como en los estudios ecológicos y biológicos que se requieren como base para efectivas recomendaciones de administración, cuando éstas lleguen a necesitarse.

5. Investigación sobre la biología, la historia natural y ecología del atún

Fundamental, para el adecuado conocimiento de la dinámica de las poblaciones de atún en cuanto a los efectos de la pesca sobre las existencias, y en cuanto a los efectos de los factores en conexión con el medio ambiente sobre la abundancia de los peces y su disponibilidad para la captura, es la información respecto de los aspectos importantes de su historia natural y su conducta, y de sus relaciones con su ambiente físico y biológico. También es indispensable una detallada información sobre estas materias para considerar las medidas efectivas y eficientes que deban recomendarse a los Gobiernos Miembros en el momento en que puedan ser requeridas. La mayoría de los detalles acerca de la historia natural, biología y ecología de estos peces pelágicos de alta mar han sido poco conocidos hasta hace pocos años. A pesar de que el personal científico de la Comisión ha logrado un progreso considerable, lo mismo que investigadores de otras entidades, tanto en el Pacífico Oriental como en otras zonas, en el estudio de estos asuntos, será necesaria una más completa investigación que la que hasta ahora ha sido posible.

El trabajo mantenido por la Comisión se ha ampliado en algunos aspectos importantes durante 1954, pero se ha limitado mucho a los estudios que pueden hacerse en tierra, basados en el examen de especímenes que ofrece la pesca comercial. Se han realizado algunas investigaciones en el mar durante 1954, principalmente en virtud de arreglos de tipo cooperativo con la Institución Scripps de Oceanografía, en las áreas marinas de Baja California, y se ha recolectado algún material a bordo de embarcaciones de la flota pesquera.

Estructura de la población del atún tropical del Pacífico del Este

La población es la unidad fundamental en la dinámica de cada especie de atún y, en consecuencia, la unidad fundamental en la recolección e interpretación de datos estadísticos y en la aplicación de medidas de conservación. Por lo tanto, es de importancia básica determinar las unidades de población natural en que pueden dividirse las existencias de atún que alimentan nuestras pesquerías. Este problema puede considerarse en dos partes: (1) ¿Pertenecen los atunes tropicales de cada especie, en la región de nuestro estudio, a una población o a poblaciones distintas de las que habitan otras regiones más al oeste del Pacífico? (2) ¿Consiste, dentro de la región de nuestras pesquerías, cada especie de una sola población homogénea o de diversas poblaciones distintas o semi-distintas y, en este último caso, cómo están limitadas estas poblaciones en el espacio y en el tiempo?

Con respecto al aleta amarilla, diversas corrientes de evidencia indican

que las poblaciones de los mares fuera de la Costa Occidental Americana no se mezclan extensivamente con las que se encuentran más hacia el oeste del Pacífico. Las comparaciones morfométricas de los especímenes del área americana con los de las Islas Marquesas y Society y con los del Hawaii, revelan muy grandes diferencias en el largo de las aletas y en algunas proporciones del cuerpo; un informe sobre estos estudios, que figurará en nuestra serie de Boletines, se encuentra ya en prensa. La marcación (hecha por el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California) de atunes aleta amarilla aguas afuera del continente americano, no ha tenido como resultado retorno alguno por parte de las pesquerías comerciales del área más al oeste. Nuestros análisis de las estadísticas sobre intensidad de la pesca y abundancia de la población, de que hemos hablado anteriormente, indican que el volumen de la pesca en el Pacífico Oriental ha afectado considerablemente la abundancia, lo que no ocurriría en el caso de que la pesquería estuviera mantenida por una gran población transoceánica que no se explota por la pesca en gran parte de su extensión.

Con respecto al barrilete no podemos todavía llegar a conclusiones firmes. Durante 1954, se llevó adelante la recolección y análisis de los datos morfométricos referentes a este problema. Para agregar a los datos morfométricos recogidos aguas afuera de Panamá en 1953, uno de los miembros de nuestro personal científico hizo colecciones adicionales de mediciones a bordo del clipper atunero *Jenita* en 165 especímenes capturados a la altura de Baja California en agosto de 1954. Para comparar con éstos, tenemos a nuestra disposición, gracias a la cortesía de la "Pacific Oceanic Fishery Investigations", una larga serie de medidas hechas en barriletes tomados cerca de Hawaii, y una serie más pequeña en ejemplares de las Islas Society y Marquesas. La comparación de las dos series de medidas que proporcionó la región americana con las de los especímenes de Hawaii, todos los cuales fueron medidos frescos inmediatamente después de su captura, revela que, con respecto a diversas proporciones del cuerpo, las diferencias entre los ejemplares de Hawaii y de la región americana son significativamente más grandes que las diferencias entre las dos series de las Américas. Los especímenes de la Polinesia Sureste fueron medidos después de su almacenamiento en congelación a bordo de un barco pesquero durante algunas semanas. No obstante que se hizo ajuste de medidas por efectos de la congelación, aún hay algunas diferencias aparentemente significativas entre éstos y los especímenes del área americana, por lo que deseamos obtener medidas de especímenes frescos de aquella región antes de aceptar los resultados sin reserva.

La comparación morfométrica de los especímenes de diversas áreas dentro de la región de pesca del Pacífico Oriental es técnicamente difícil, porque las diferencias, si hay algunas, son pequeñas, y deben ser consideradas cuidadosamente varias posibles causas de error. La comparación de muestras de barrilete tomadas aguas afuera de Panamá y Baja California, sugiere que puede haber diferencias reales en algunas de las proporciones

del cuerpo, pero antes de que esto pueda aceptarse como cierto, será necesario obtener mayores datos. Las investigaciones hechas hace algunos años por un científico del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California no revelan diferencias en la morfología del aleta amarilla de varias partes del Pacífico Oriental. Sin embargo se considera que, en vista de su importancia, este problema debe ser examinado nuevamente.

A pesar de que las investigaciones sobre la estructura de la población por medio de estudios morfométricos debe ser continuada, hay una gran posibilidad de que no se obtengan resultados definitivos. En consecuencia, deben buscarse otros medios de confrontar el problema. El medio más directo de investigación es descubrir los movimientos migratorios de los peces de diferentes áreas, valiéndonos de especímenes marcados. Científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California han estado efectuando algunos experimentos de marcación, pero los resultados son todavía muy escasos para proporcionar una base de conclusiones acerca del grado en que se mezclan los peces de diferentes áreas. El personal científico de la Comisión tiene el plan de aumentar este trabajo cuando las posibilidades económicas lo permitan.

Otro medio de abordar este problema, que parece ser potencialmente fructífero, es el de la comparación de las curvas o trazados de composición de tamaños de los stocks de atún de tamaño comercial en diferentes áreas. Durante el verano de 1954, la Comisión inició un programa de tomar muestras de los desembarques comerciales para obtener, en forma regular y continuada, ejemplares representativos de los atunes capturados en diferentes áreas de pesca. Este programa de mediciones en el mercado, que proporciona información acerca de diversos importantes aspectos de la historia natural y la dinámica de las poblaciones de atún, será comentado más adelante con mayores detalles. Según los datos hasta el momento recopilados, parece que en las muestras de las dos especies de atún de las diferentes regiones de pesca, hay tamaños modales de peces que denotan una pauta firme de crecimiento de un mes a otro, la cual difiere entre zonas. Si datos futuros confirman que persisten estas diferencias características en la composición de tamaños, podrá tomarse como evidencia que los peces de una zona de pesca permanecen en ella por un período prolongado de tiempo y no se mezclan en forma apreciable con los peces de diferente tamaño encontrados en otras áreas.

Investigaciones basadas en el análisis de la composición de tamaño de la pesca comercial

Las muestras representativas de una población de peces, tomadas en serie por un extenso período de tiempo, resultan útiles para determinar las edades y proporción del crecimiento de los componentes de dicha población, para determinar los tamaños relativos de las clases de años venideros que se están incorporando a la población, y para estimar la proporción de la mortalidad.

Tomando muestras de diferentes regiones geográficas, puede determinarse si alguno de estos factores exhibe persistentes diferencias características que indiquen la no existencia de mezcla entre peces de distintas áreas. Las diferencias estacionales constantes en diferentes zonas, en la época en que se presentan determinados tamaños modales de peces, también proporcionan una base para investigar la presencia o ausencia de una rápida mezcla entre áreas.

En el verano de 1954, el personal científico de la Comisión comenzó un programa de recolección rutinaria de muestras representativas del aleta amarilla y del barrilete descargados en San Diego. La región del Pacífico Oriental fué dividida, de acuerdo con la distribución de concentraciones de atún revelada por los records de los diarios de pesca, en diversas áreas más o menos naturales. Se intenta, hasta donde sea posible, obtener ejemplares representativos de las pescas realizadas en cada área, en cada mes del año. Debido a variaciones en las áreas frecuentadas por la flota en diferentes estaciones del año, no es posible conseguir tan completas series de muestras en todas las zonas, pero se cree que sí pueden obtenerse completas en forma rutinaria en algunas de esas áreas.

El desarrollo de técnicas para tomar muestras de las plantas enlatadoras a fin de obtener ejemplares representativos de los desembarques de atún, es algo complejo y se halla todavía en estudio. Reducida la actividad de enlatado en San Diego en el pasado otoño, el programa de tomar muestras fué extendido a San Pedro, en donde se desarrolla en forma cooperativa entre nuestros representantes y los miembros del personal científico del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California.

Observaciones preliminares hechas a través de los datos recolectados y analizados hasta ahora, indican que la información que se recopile mediante este programa proporcionará muchos informes nuevos. Los pocos datos ya recolectados indican que tanto el aleta amarilla como el barrilete son de crecimiento rápido, y que la pesca comercial de cada especie comprende solamente alrededor de tres clases (por edades). La edad en la primera captura es, probablemente, un año en el aleta amarilla y no más de dos años en el barrilete. El crecimiento de ambas especies es lo suficientemente rápido como para que los tamaños modales correspondientes a los grupos por edades puedan ser bien separados en frecuencias de tamaño, de manera que las proporciones de crecimiento de la mayor parte de las clases (por edad) puedan ser determinadas mediante su observación mes a mes. Comparando las cantidades relativas de peces componentes de los diferentes grupos, de un año a otro, esperamos determinar si las grandes fluctuaciones independientes de la pesquería en "la pesca por unidad de esfuerzo" que registra especialmente el barrilete, se deben a la renovación variable o a las variaciones en la disponibilidad para la pesquería. Por supuesto, será necesario acumular datos durante varios años antes de llegar a conclusiones definitivas.

Estudios sobre desove del atún

El desove, en el atún, es un aspecto importante de su biología sobre el que se tiene muy poca información en lo que se refiere al Pacífico Oriental. Durante 1954 se inició un estudio para determinar la madurez y el desove, con base en el examen de especímenes recogidos de la pesca comercial. Como es más difícil determinar el estado de madurez en los peces machos que en las hembras, el estudio se basa en el examen de las gónadas femeninas. El propósito principal de las fases iniciales de la investigación es desarrollar medios rápidos y objetivos de caracterizar el estado de madurez, para poder aplicarlos en forma rutinaria. En consecuencia, solamente dos áreas geográficas fueron seleccionadas para obtener muestras. Además de la recolección de materiales para el desarrollo de métodos, se obtuvo información sobre el desove del atún en las dos regiones durante 1954. La primera área, denominada "Área Norte" se extiende de la latitud 20° N. hacia el norte, pero incluye las Islas Revillagigedo que están a la altura 18° N. de latitud. La segunda área, "La Costa", cubre las aguas frente a la América Central desde Punta Mala (7° N. de latitud) hasta 15° N. de latitud. Se excluyeron las muestras de la Isla Clipperton.

En cada área se recolectaron cada mes cincuenta hembras de cada especie. Fueron seleccionadas para cubrir, en la forma más práctica posible, la serie de tamaños disponibles por zona y por mes. Se tomó la medida del largo de cada pez y el peso de sus gónadas, y se anotó el estado de madurez estimada por el examen *a grosso modo* de acuerdo con una escala convencional de seis categorías. De cada quinto pez de la muestra, se conservó una parte del centro del ovario izquierdo en fluido de Gilson, como preparación para medir los diámetros de los huevos en desarrollo. Una vez que el tejido conjuntivo ha sido disuelto por el fluido de Gilson, se coloca una muestra de los huevos en una placa del microscopio y se miden los diámetros de cerca de trescientos de los de más de 0.08 milímetros de diámetro de cada espécimen que contenga huevos de esos tamaños.

La mejor estimación del estado de desarrollo de las ovas se consigue, por supuesto, con la medida del diámetro de los huevos, pero esto constituye un proceso muy lento. Se cree que mediante la determinación de las relaciones entre el largo del pez, el peso de las gónadas y el diámetro de las ovas, puede ser posible estimar suficientemente bien el diámetro de las ovas y, en consecuencia, el estado de desarrollo sexual, por el largo del ejemplar y el peso de las gónadas. Podemos, entonces, aplicar esta técnica para la determinación rutinaria del grado de desarrollo sexual en grandes cantidades de especímenes de todas partes del Pacífico Este. La compilación de los datos básicos de las muestras efectuada durante 1954, todavía no ha sido terminada, pero parece que se obtendrán resultados satisfactorios a este respecto cuando el estudio haya sido completado.

El grado de desarrollo también puede ser rápidamente apreciado por el examen visual de las gónadas *a grosso modo*. Desde luego, esto tiene

desventajas: no proporciona una base objetiva cuantitativa, y los diferentes diámetros de las ovas se necesitan ser considerados en un solo estado de madurez, y por esto se pierde precisión.

Un examen preliminar de la información tabulada hasta ahora, indica que en el "Area Norte" los ejemplares de aleta amarilla más pequeños, en estado de madurez sexual, medían alrededor de 650 milímetros (más o menos), mientras que en "La Costa" algunos especímenes maduros eran tan pequeños, que sólo alcanzaban 520 milímetros.

La época de desove del aleta amarilla en ambas áreas estudiadas durante 1954, es bastante larga. En el "Area Norte", el desove de dicha especie aparentemente es por lo menos de mayo a octubre. En "La Costa", los peces más grandes, por lo menos, desovan algo durante todo el año, pero parece que se produce un desove mayor de agosto a marzo, registrándose un máximo de diciembre a febrero.

En el "Area Norte" se consiguieron muy pocos ejemplares de barrilete en estados avanzados de madurez sexual, en los bancos fuera de Baja California y en el Golfo de California, pero parece haber algún desove en las vecindades de las Islas Revillagigedo, por lo menos de setiembre a abril. En "La Costa" sólo unos pocos barriletes fueron encontrados en estado de mayor desarrollo sexual, casi todos entre diciembre y febrero.

El análisis de las frecuencias de tamaño de los huevos en las gónadas, en diversos estados de madurez, también nos proporcionará el medio para determinar si cada atún hembra desova una sola vez en cada estación, o más de una vez.

Durante 1955, los datos de este estudio preliminar quedarán analizados en una forma completa; se prepara un informe para su publicación. Basados en los resultados de este trabajo, planeamos establecer un programa de tomar muestras más extenso en todas las áreas de pesca. Entre tanto, se continúa tomando muestras en las dos áreas seleccionadas para el estudio inicial.

Estudios del Area Pelágica

En 1953 la Comisión del Atún, en cooperación con otras entidades, logró confirmar la existencia de un grupo de grandes atunes aleta amarilla y atún de "ojos grandes" en la profundidad de aguas ecuatoriales del Océano Pacífico Oriental. Durante 1954 se presentó a la Comisión una oportunidad más para ampliar su conocimiento sobre la distribución vertical y abundancia de los atunes, y para aumentar nuestra información respecto de otros aspectos de la biología y ecología de esas especies, gracias a la participación que logró en un programa patrocinado por la Institución Scripps de Oceanografía con el propósito de estudiar los recursos ictiológicos y la oceanografía de las áreas marinas fuera de Baja California. Este proyecto se conoce con el nombre de "Estudios del Area Pelágica". La

zona es de particular interés para la Comisión porque se encuentra en el extremo norte de la distribución del atún tropical y es objeto de una más pronunciada variación estacional de las condiciones oceánicas que las aguas de mayor cercanía al ecuador.

Los cambios de estación tan marcados que se registran en esa zona parecen tener un efecto considerable en la distribución estacional y en la disponibilidad de los atunes y, en consecuencia, en las actividades de la flota atunera, especialmente de los barcos que por razón de su limitada capacidad, no pueden pescar en las áreas más distantes.

Durante el año, el barco de investigaciones de Scripps, el *Paolina T.*, efectuó tres expediciones, de treinta días de duración cada una, en la región oceánica de la Isla Guadalupe, rumbo sur hacia las Islas Revillagigedo y mar adentro de la costa mexicana hasta alrededor del 125° Oeste de longitud. La Figura 8 muestra el área de estudio y la ruta de cada expedición. El objeto principal de estos tres cruceros, el primero de los cuales se efectuó en los meses de mayo y junio, era investigar la existencia y abundancia de grandes peces pelágicos por medio del artefacto pesquero conocido por "línea larga". En las expediciones segunda y tercera, que se realizaron en julio y agosto, y en setiembre y octubre, respectivamente, se hicieron algunos intentos en la pesca de atún con carnada viva, para capturar peces destinados a experimentos con las técnicas adelantadas de marcación. Como objetivos secundarios de los cruceros se hicieron observaciones oceanográficas; medidas cuantitativas de zooplancton con redes estandar de arrastre; recolecciones en la noche, por medio de lámpara eléctrica, de peces-forraje y de otros organismos; se recogió el contenido estomacal de los atunes y se realizaron observaciones visuales de la abundancia en las manchas de peces de superficie y de otros organismos.

En cada estación se instalaron cerca de cincuenta equipos (baskets) de "líneas largas", similares en diseño a los usados previamente en la "Operación Longline" (ver el Informe Anual correspondiente a 1953), para tomar muestras de las poblaciones de peces en aguas profundas. Las profundidades de los anzuelos con carnada se determinaron por medio de un detector de sonido y niveles especiales para una variación entre veinte y sesenta brazas. Mangas planctónicas de arrastre, de clase estandar, de un metro, se hicieron penetrar a doscientos metros de profundidad, coincidente con las instalaciones de pesca con "línea larga", y en las posiciones medianeras entre estaciones, para medir en términos cuantitativos la reserva de zooplancton, y para recolectar huevos y larvas de peces.

Se tomaron las temperaturas de las capas profundas del agua por medio de pruebas batitermográficas y se llevó continuamente un record de las temperaturas de superficie con un termógrafo instalado al efecto. En la tercera expedición se hicieron también pruebas hidrográficas estandar de temperatura y salinidad, con el propósito de obtener información sobre la circulación marina por el análisis de la distribución de la masa oceánica.

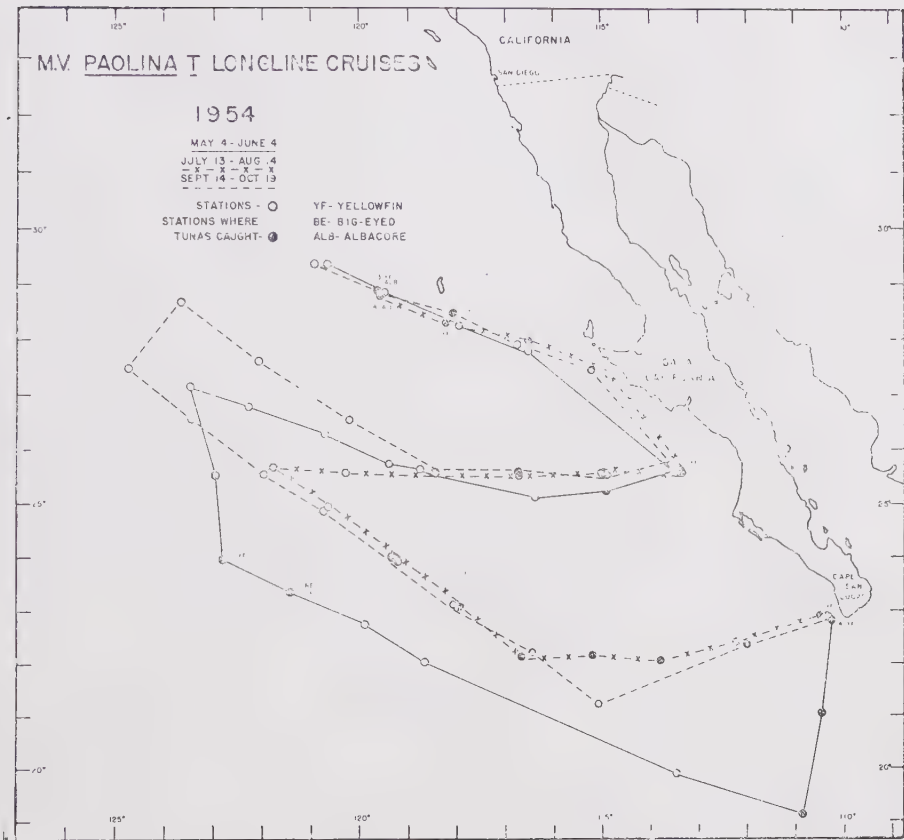


FIGURA 8. Expediciones de pesca con equipos de "línea larga" efectuadas por el barco *Paolina T* durante 1954, con indicación de la posición de las estaciones y cantidad de atún capturado en cada estación.

En la Figura 8 puede verse la posición de cada estación de pesca con "línea larga". En total, se instalaron 61 equipos con el empleo de 16,860 anzuelos que dieron como resultado la captura de 414 peces de todas clases. Las pescas consistieron predominantemente en varias especies de tiburones, pero también incluyeron unos pocos atunes, marlines, peces espada, dorados y otros peces. Los resultados de la pesca por cada cien anzuelos, por día, por clases de peces y por cada expedición, fueron como sigue:

	Atunes	Peces espada	Tiburones	Misceláneos	Todas las especies
Expedición 1a.	.12	.04	2.45	.32	2.93
(Mayo 3 a junio 4)					
Expedición 2a.	.12	.77	1.30	.49	2.68
(Jun. 13 a agosto 14)					
Expedición 3a.	.11	.31	1.09	.34	1.85
(Set. 14 a oct. 19)					
Promedio Total	.12	.35	1.61	.37	2.45

Estos resultados demuestran que la pesca de atún con "línea larga" dentro del área de estudio en referencia, fué muy improductiva, ya que el promedio de la pesca total fué de .12 peces por cada 100 anzuelos, en comparación con 1.30 peces por cada 100 anzuelos, proporción lograda el año pasado con la "Operación Longline" en aguas más al Sur. Solamente 20 atunes (14 aleta amarilla, 5 albacoras, y 1 atún de ojos grandes) fueron capturados durante el año, habiendo sido pescados casi todos en conocidos bancos de pesca cercanos a la costa o en áreas en donde la flota pesquera comercial estaba operando en ese tiempo. La distribución de la pesca de atún por especies y cantidad de ejemplares también aparece en la Figura 8. La mayoría de los atunes capturados con "línea larga" eran pequeños comparados con los que usualmente se consideran "peces de línea larga", y medían de 750 a 900 milímetros en su largo total. Cuatro atunes aleta amarilla de tamaños un poco más grandes, alrededor de 1200 milímetros, fueron pescados en "Golden Gate Bank", frente al Cabo San Lucas, durante la Expedición No. 1, pero éstos también vinieron probablemente de una mancha de peces de superficie. Parece que, en contraste con las aguas ecuatoriales, no había en el área de estudio importante población de grandes atunes que viven en aguas profundas, por lo menos en la época en que se efectuaron las tres expediciones.

El Departamento de Pesca y Caza de California se ha dedicado a la marcación de atunes desde 1952 para conocer los movimientos migratorios y otros aspectos de la historia natural y hábitos de estos peces. A fin de ayudar en este programa, parte de las expediciones del verano y el otoño se dedicaron a la pesca de atún con carnada viva y a la marcación, y liberación inmediata, de todos los peces que llegaban a bordo en buenas condiciones. La pesca con carnada, sin embargo, no fué muy afortunada desde el *Paolina T.*, y solamente unos pocos atunes aleta amarilla y barrilete fueron capturados por este medio. Incluyendo los atunes atrapados con "línea larga" y por el sistema de "cuchara" (trolling gear), un total de 27 peces (18 atunes aleta amarilla, 8 barriletes y 1 albacora) fueron marcados con distintivos de "vinylite" usados por el Departamento de Pesca y Caza de California, y devueltos al agua. Todos los peces fueron marcados usando un nuevo sistema—un canal de lona con agua corriente de mar—ideado para reducir la mortalidad causada por el manejo. Un aleta amarilla marcado fué recobrado luego por la pesquería comercial, pero la recaptura se efectuó muy corto tiempo después de la liberación del pez en la misma zona en que había sido originalmente pescado.

Los atunes que no presentaban condiciones viables para la marcación fueron, o bien examinados a bordo o conservados enteros como ejemplares. Se tomaron medidas de varias proporciones del cuerpo para complementar datos morfométricos ya recogidos a fin de estudiar la estructura racial de los atunes del Pacífico Este. Las partes duras como las vértebras, opérculos y aletas se guardaron para investigar posteriormente métodos que permitan determinar con exactitud la edad de los atunes, y se conservaron muestras

de estómagos y gónadas para realizar estudios sobre alimentación y madurez sexual.

Una gran cantidad de información valiosa fué recogida en el curso de estas expediciones, y pasará todavía algún tiempo antes de que los resultados sean completamente conocidos. Desde nuestro punto de vista, sin embargo, uno de los más interesantes resultados fué el hecho de que no había indicaciones de la presencia de atunes de gran tamaño en las aguas profundas frente a Baja California, similares a los de las poblaciones encontradas el año pasado en aguas ecuatoriales o en la extensión al Norte de éstas. Sin embargo, sería deseable planear una investigación que cubriera mayor extensión de aguas alrededor de las Islas Revillagigedo, porque en este lugar se atrapan grandes atunes por la pesca de superficie en ciertas estaciones del año, y nuestros estudios de las muestras de la pesca comercial indican que se efectúa un considerable desove del aleta amarilla y del barrilete en esta región o cerca de ella.

6. Investigación sobre la oceanografía del Pacífico Oriental Tropical

Los atunes son criaturas de alta mar que llevan una existencia completamente pelágica. Para la ecología del atún el marco importante de referencia es, consecuentemente, no la topografía del fondo del mar, sino las masas de agua y las corrientes del océano. El conocimiento de la oceanografía general de nuestra área de estudio es, en general, bastante incompleta, y tenemos aún menos información acerca de la naturaleza de las variaciones estacionales y anuales en la circulación, que deben ser una importante causa fundamental para la variación en la abundancia y distribución de los atunes tropicales y en su disponibilidad para las pesquerías. Consecuentemente es preciso, para el verdadero conocimiento del atún, aquilatar las básicas propiedades físicas, químicas y biológicas de su medio ambiente, y lograr una comprensión de las causas de sus variaciones en el espacio y en el tiempo. Esta clase de estudio, al que en general se llama oceanografía, exige costosas investigaciones a bordo, en el mar, que han estado muy lejos de los medios de que ha dispuesto la Comisión. Por fortuna, la Institución Scripps de Oceanografía y otras entidades investigadoras están interesadas en estos fenómenos desde otros puntos de vista, de manera que algún progreso se está logrando, de importancia para nosotros, en la ciencia oceanográfica. La contribución de la Comisión a este trabajo ha consistido en su participación en el planeamiento de expediciones oceanográficas de esas otras entidades, y de nuestro personal científico en esos viajes, como también de alguna ayuda en el análisis de los datos resultantes.

Durante el verano de 1952, una extensa expedición con el barco de investigaciones *Horizon*, del Instituto Scripps, llamada la "Expedición Shell-back", proporcionó una considerable cantidad de información con respecto a la oceanografía descriptiva general de nuestra región. El análisis de los datos sobre oceanografía física y química obtenidos de este crucero por los

científicos de Scripps, está muy cerca de ser terminado y los resultados se publicarán en un futuro próximo.

Los datos físicos y químicos antes mencionados, así como la información obtenida al mismo tiempo sobre la reserva de zooplancton, como una medida de la productividad biológica de las diferentes partes del océano, nos han dado una base para explicar en gran parte las razones de la localización de las áreas en que se encuentran concentraciones de atún, señaladas por los records de producción de la pesquería. En cada caso, parece que las zonas de concentración de atún son localidades en donde la reserva de organismos para la alimentación básica es alta, y a su vez son lugares a los que los procesos físicos traen aguas profundas nutritivas y ricas hacia la zona superficial y soleada del mar.

Durante los primeros meses de 1953, la expedición "Longline" con el barco-laboratorio *N. B. Scofield* del Departamento de Pesca y Caza de California, efectuó investigaciones de pesca con "línea larga" en aguas ecuatoriales y adyacentes. Los resultados de esa pesca han sido comentados en un informe anterior. Al mismo tiempo fueron recopilados limitados datos sobre oceanografía física y química, los que son de particular interés porque esto ocurrió durante el desarrollo de "El Niño", aguas afuera de la parte Norte de Sud América. Los señores Wooster y Jennings, de la Institución Scripps de Oceanografía, han analizado los datos y han publicado un informe sobre ellos en una reciente edición de "California Fish and Game". Uno de los aspectos más interesantes de los datos es la identificación de un centro de agua caliente y baja salinidad, situado frente a la costa de América Central, probablemente producido por calentamiento *in situ* y por exceso de precipitación sobre evaporación durante un período de relativo estancamiento. Se ha indicado que estas aguas eran transportadas hacia el suroeste durante el período en que se efectuaba la expedición "Longline". El agua encontrada al sur del ecuador, entre las Islas Galápagos y Ecuador, era la de la Contracorriente Ecuatorial, ya fuera modificada por la mezcla con aguas calientes de baja salinidad, o bien cubierta por esas aguas.

Como parte de los "Estudios del Area Pelágica" mantenidos por la Institución Scripps de Oceanografía en las áreas marinas fuera de Baja California, se ha recolectado una extensa información en diferentes estaciones del año sobre la circulación oceánica, las reservas de fitoplancton y zooplancton y sobre otros aspectos de la oceanografía general del área. Se necesitará, por supuesto, algún tiempo para que todos estos datos queden completamente analizados. Sin embargo, parece que la producción de organismos que figuran abajo en la cadena alimenticia y que al final mantienen al carnívoro atún en la parte superior de dicha cadena, es de la mayor intensidad en aguas dentro de una zona de cien millas o alrededor de cien, desde la costa, y decrece rápidamente aguas afuera. Esto tiene sin duda relación con la presencia de afloramiento costero a lo largo de

Baja California. En algunas áreas fuera de la costa, sin embargo, como la región al suroeste de la Isla Guadalupe, parecen presentarse condiciones locales en la circulación que tienen como resultado una creciente productividad y, consiguientemente, las cantidades de atún y otros grandes peces pelágicos son mayores allí.

Durante octubre y noviembre de 1955 se proyecta conducir una expedición llamada "Eastropic", en el Pacífico Oriental entre California y el Norte del Perú, para obtener mayor información sobre la oceanografía general de nuestra región de estudio. Se dará atención particular a algunas de las áreas oceánicas más importantes para las pesquerías de atún. Dos embarcaciones del Instituto Scripps serán usadas en la expedición. Al mismo tiempo, un barco de "Pacific Oceanic Fishery Investigations", saliendo de Honolulu, realizará un crucero para estudiar la región de la contracorriente desde la longitud de Hawaii hacia el Este, hasta la región que cubrirán las embarcaciones del Instituto Scripps. La Oficina Hidrográfica de la Marina Peruana también está tratando de planear estudios, coordinados con éstos, de las aguas de la corriente del Perú al sur de la región que visitarán los barcos de Scripps. Los miembros del personal de la Comisión participan en la preparación del crucero "Eastropic" y tres o más de nuestros científicos acompañarán la expedición.

7. Investigaciones de la biología y ecología de los peces de carnada

La mayor parte de la pesca del atún tropical se hace por medio de cuerda y anzuelo, para lo que se requiere el empleo de grandes cantidades de carnada viva que atraigan los peces y los induzcan a morder. La recolección de informes que puedan necesitarse como base para la conservación de los recursos de carnada es, consecuentemente, una fase importante de nuestras investigaciones.

Como puede verse en la Tabla 3, sólo cinco especies de peces-carnada se pescan en suficiente cantidad y existe hasta una remota posibilidad de que el volumen de la pesca de carnada pueda afectar en una forma adversa su continua cosecha. Las cantidades de "arenques" (herrings), salimas y otras especies misceláneas son sin duda alguna insignificantes. De las cinco especies, tres (la sardina de California, la anchoa nórdica y la sureña) son empleadas por otras pesquerías en mucho más grandes cantidades que las usadas como carnada para el atún. Durante 1954 las pesquerías para enlatado en los Estados Unidos y México usaron aproximadamente 82,000 toneladas de sardinas de California y 20,000 toneladas de anchoas nórdicas. En comparación, las cantidades de las especies utilizadas como carnada para el atún, indicadas en la Tabla 3, son muy pequeñas. En el caso de la anchoa sureña, que se pesca como carnada para el atún frente a la costa del Perú, se ha estimado conservadoramente que las aves guaneras consumen anualmente 2,500,000 toneladas, por lo menos en años recientes, y las pesquerías cuyo objetivo es la fabricación de harina de pescado y aceite

consumen cerca de 100,000 toneladas. La pesca de carnada para el atún es, por consiguiente, enteramente insignificante a estas especies.

La sardina de California y la anchoa nórdica se encuentran bajo un completo e intensivo estudio a cargo de la Cooperativa de Investigaciones de la Pesquería de California (California Cooperative Fishery Investigations). La anchoa sureña es estudiada por los científicos de la Compañía del Guano del Perú y de la Dirección de Pesquería y Caza.

En vista de que las pesquerías de peces-carnada no deben tener relativamente una importante influencia sobre estas tres especies, en comparación con el uso que el hombre hace de ellas para otros menesteres, y de que se encuentran bajo la investigación de otras entidades o instituciones, nuestro personal ha limitado sus actividades sobre ellas a la recolección de datos en cuanto a las cantidades pescadas por los barcos atuneros, y de muestras que obtienen de las pescas que realizan dichos barcos, que son útiles para las investigaciones biológicas de "California Cooperative Fishery Investigations", y a cooperar de otra manera con las diversas entidades investigadoras.

Con respecto a la sardina de las Galápagos, nuestros estudios se han limitado a la recolección de datos estadísticos sobre la pesquería de carnada para el atún y al examen de muestras de la pesca, que son recogidas para nosotros por los capitanes de los barcos pesqueros. Nuestras observaciones revelan que la pesca consiste casi enteramente de pequeñas sardinas menores de un año. Según las estadísticas de pesca, parece que la cantidad de sardina para carnada en las Islas Galápagos fluctúa considerablemente de un año a otro, independientemente del volumen de la pesca. La investigación de la biología de esta especie necesitaría que científicos realizaran estudios en las Islas Galápagos, y esto es algo que la Comisión no está en condiciones de emprender por ahora.

La especie de carnada que nos queda por comentar, la anchoveta, (*Cetengraulis mysticetus*) es la principal para la pesquería de atún. Esta anchoa tropical de cuerpo ancho se encuentra en cantidades en la Bahía de Almejas, costa exterior de Baja California, en varios lugares a lo largo del litoral este del Golfo de California, y en varias bahías y golfos hacia el sur, hasta cerca de Cabo Blanco, Perú. Por su importancia para las pesquerías de atún y la falta de conocimiento que sobre ella había con anterioridad a nuestras investigaciones, hemos dado una mayor atención a los estudios de la historia natural, la biología y ecología de esta especie.

Investigación sobre la biología, la ecología y la historia natural de la anchoveta

Las investigaciones de algunos aspectos importantes de la historia natural y la biología de las anchovetas de diversas localidades en donde estas especies se pescan como carnada para el atún, se han hecho posibles mediante la recolección de muestras de diferentes áreas, en distintas épocas

del año, que hacen los hombres de la flota pesquera. Este material se estudia en el laboratorio de nuestra oficina principal. En octubre de 1954 fué establecido un laboratorio regional en la Isla de Taboga, Panamá, en donde se realizan completas investigaciones sobre la anchoveta de esta importante zona. El personal de nuestro laboratorio regional de Puntarenas, Costa Rica, hace estudios sobre el terreno relacionados con la pequeña población que ahora existe en el Golfo de Nicoya. Estudios previos de especímenes tomados de varias zonas importantes, han demostrado que hay diferencias distintivas en algunos caracteres numéricos, lo que indica que no se opera o apenas hay un pequeño intercambio de anchovetas entre esas áreas. La falta de una migración extensa de esta especie está probablemente relacionada con la restricción de zonas que proporcionen adecuada alimentación a los peces en estado adulto, los que parecen nutrirse en los bajos fangosos con plantas microscópicas y también, tal vez, de detritos orgánicos los que son abundantes allí.

Las medidas de la frecuencia de tamaños en ejemplares de diversas áreas de carnada, han hecho posible seguir modales de clases por tamaños en extensos períodos de tiempo, y así tener alguna idea de la edad y la proporción del crecimiento de los componentes de las poblaciones de anchoveta. Las recolecciones más extensas se hacen en Panamá, en donde hemos cubierto la zona bastante bien con las muestras de los barcos atuneros durante los cuatro últimos años, complementadas con las recolecciones que efectuó un representante de la FAO en 1953 y las que ha hecho nuestro propio personal en el verano y en el otoño último. Los tamaños más pequeños deseables para carnada, de un largo total alrededor de 60 milímetros, aparecen en Panamá al principio de la primavera, tiempo en que probablemente alcanzan más o menos tres meses de edad. Estos peces crecen rápidamente, alcanzando un largo con un promedio entre 130 y 135 milímetros al llegar a un año, edad en que están sexualmente maduros y desovan. El desgaste natural de la población es evidentemente alto, porque los peces de más de un año que sobreviven en la primavera, cuando aparece el nuevo grupo de edad "cero", son relativamente muy escasos. Por ser muy pocos los peces mayores y tal vez porque también los individuos más grandes no son tan deseables como carnada para el atún como los pequeños, la pesca en Panamá consiste casi exclusivamente de especímenes en su primer año de vida, con algunas pequeñas cantidades de peces en su segundo año. A juzgar por los tamaños de las muestras de que podemos disponer, pocos especímenes viven más de dos años. En Guaymas y en Punta Ahome (en el Golfo de California), por el contrario, las frecuencias de tamaño indican que, por lo menos en algunos años, una parte considerable de la pesca está compuesta de peces en su segundo año de vida y un número considerable en su tercer año, a pesar de que la proporción en el crecimiento parece muy similar a la que se observa en los peces de Panamá. Los datos sobre frecuencia de tamaños de todas las áreas de carnada son recopilados continuamente conforme se obtienen muestras de la flota, y tan pronto como

se ordene una información suficiente en cada una de las áreas, los resultados serán sintetizados en publicaciones.

El examen de las gónadas de anchovetas provenientes de algunas áreas, de las que actualmente tenemos muestras que son adecuadas para estudiar la incidencia del desove, indica que éste varía tanto en estación como en duración en diferentes zonas. En Panamá se observa que el desarrollo de las gónadas comienza en setiembre, registrándose alguna más temprana madurez en los peces más grandes que en los pequeños. El desove probablemente se extiende de octubre a febrero, con un máximo en noviembre y diciembre. En Guaymas, la condición de las gónadas indica el desove de fines de julio o principios de agosto hasta octubre por lo menos; como no tenemos muestras de allí, correspondientes al mes de noviembre, no podemos determinar todavía si el período de reproducción alcanza hasta ese mes. En el Golfo de Fonseca, el período de desove es muy largo aparentemente, comprendiendo de fines de julio, por lo menos, a diciembre y tal vez hasta enero o febrero. Parece que en todas las áreas, la anchoveta madura y desova al cumplir su primer año de vida.

La liberación y el recobro de anchovetas marcadas es un importante medio potencial para confirmar nuestras conclusiones con respecto a la falta de mezcla entre peces de las principales zonas de carnada, y es también un medio importante de medir el volumen de los movimientos migratorios dentro de diferentes partes de algunas de las áreas de carnada más grandes, como el Golfo de Panamá. El desarrollo de un programa de marcación de anchovetas no ha progresado tan rápidamente como sería deseable debido, en parte, al empleo de científicos de nuestro personal en otros asuntos y, también, a dificultades técnicas. Las pruebas en Guaymas y Panamá durante la primavera de 1953, efectuadas con una marca que se consideraba apropiada de acuerdo con los experimentos hechos en acuario, demostraron que no era satisfactoria debido a su pérdida. Se ideó una nueva marca modelada después de que se empleó con éxito en las investigaciones escocesas sobre el arenque ("herring"), la llamada "toggle tag". Esta marca fué ensayada preliminarmente en anchovetas de las que contenían los tanques del *Saratoga* en el otoño de 1953, cuando se transplantaron esos peces de Panamá al Golfo de Nicoya. Durante 1954 se hicieron pruebas con esta marca en Panamá. A principios de febrero, uno de nuestros científicos se embarcó en el clipper *Navigator* con ese propósito. A pesar de que había grandes cantidades de anchovetas, todas eran peces pequeños que medían en promedio 60 milímetros en su largo total. Se comprobó que no podían marcarse satisfactoriamente los peces en ese tamaño tan pequeño por la alta mortalidad resultante de la operación. El 9 de febrero se marcaron 882 de los peces pequeños en Punta Garachine, pero se vió inmediatamente que la mortalidad era excesiva. Se pospusieron, en consecuencia, otras pruebas hasta la primavera, cuando los peces estuvieran más grandes. Más tarde, el 28 de abril, un ejemplar del grupo marcado en

Punta Garachine se recobró aguas afuera del Río Antón, como a 110 millas de distancia, al otro lado del Golfo.

Del 11 al 14 de mayo dos de nuestros científicos realizaron más pruebas. En ese tiempo los peces eran suficientemente grandes para ser manejados y marcados sin producir una mortalidad notable en esta fase de las operaciones. Las siguientes cantidades de peces fueron marcados en las localidades que se indican, de los barcos *Sun Dial* y *Conte di Savoia*:

Río Antón	497
Punta La Plata	1067
Isla Saboga	2525

Los peces se marcaron a bordo de los barcos y liberados en grupos de varios cientos arrastrándolos con el agua por la salida de uno de los tanques para carnada, o bien sumergiéndolos con un "crowder", que es una red pequeña usada para coger los peces cuando se encuentran en el tanque. Con excepción del experimento en el Río Antón, fué necesario liberar los peces en agua clara, a cierta distancia de la costa lejos de las aguas fangosas en donde fueron capturados, ya que no era conveniente para los clippers acercarse mucho a la costa. Se observó que un gran número de anchovetas fué inmediatamente devorado por caballas (*Scomberomorus*) y otros peces de presa, y se presume que muchas otras se perdieron así antes de llegar a las aguas fangosas de la costa y de reincorporarse a las manchas allí. El grupo de 497 peces fué, por el contrario, liberado cerca del agua costera lodosa frente al Río Antón. De este grupo se nos devolvieron cuatro peces que fueron subsecuentemente recapturados en la misma área general, después de 10, 12, 26 y 27 días, respectivamente, de haber sido soltados.

A juzgar por esta experiencia, parece que, en Panamá por lo menos, es conveniente liberar los peces marcados en los bajos fangosos, en la vecindad de otras manchas de anchovetas. Esto no puede hacerse convenientemente con los clippers. El *Atún*, nuestro nuevo barco para investigaciones, que entró en servicio en Panamá en el mes de noviembre, está equipado con pequeños tanques para carnada que harán sin duda posible las operaciones de marcación en forma apropiada. Se proyectan más experimentos de esta clase para abril o mayo de 1955, cuando se espera encontrar cantidades satisfactorias de peces de tamaño conveniente para su marcación por medio de las técnicas hasta el día logradas.

Investigaciones en el Golfo de Panamá

En julio de 1954 tuvimos a nuestra disposición fondos para hacer investigaciones en el Golfo de Panamá con ayuda de un laboratorio regional. Fueron necesarios varios meses, sin embargo, para conseguir y acondicionar un local apropiado para laboratorio, para tener una embarcación y adaptarla al trabajo de investigación, y para comprar y enviar a Panamá el equipo científico y materiales requeridos. A pesar de que se había efectuado cierto reconocimiento del Golfo y se habían recolectado algunas muestras de

anchovetas a principios del otoño, nuestro programa de trabajo en Panamá no se puso propiamente en camino hasta noviembre.

Las investigaciones en el Golfo de Panamá tienen dos propósitos principales: (1) Estudio de la historia natural y ecología de la población de anchovetas en el Golfo de Panamá como base para la investigación de los efectos de la pesca y de los factores naturales en las existencias de esa especie, y (2) investigación de los efectos del afloramiento en ciertas estaciones en el Golfo de Panamá sobre la productividad biológica básica de esta área y su influencia en la población de anchovetas.

Nuestro laboratorio está situado en la Isla de Taboga, cerca de doce millas de la Ciudad de Panamá, frente a la entrada del Canal, siendo un lugar muy conveniente para nuestro trabajo en esa área. Se halla en los terrenos del Hotel La Restinga, propiedad del Gobierno de Panamá, en un edificio que dicho Gobierno ha puesto a nuestra disposición. Un barco de vigilancia de 38 pies, de la Armada de los Estados Unidos, Comando del Caribe, fué obtenido por nuestra Comisión a base de un préstamo por tiempo indefinido. La nave ha sido convertida y equipada para investigación biológica e hidrográfica. Esta investigación está a cargo de un científico que reside en Taboga, a quien ayudan en su trabajo un botero y otros dos asistentes locales. Estas facilidades están asimismo a la disposición de investigadores de los laboratorios principales y de científicos visitantes de otras oficinas que deseen trabajar en problemas especiales.

Durante todo el año se hacen recolecciones de anchovetas, principalmente en el área de Punta Chame, que es la más conveniente para nuestro laboratorio, pero también en otras partes del Golfo, para determinar su edad, crecimiento y época de desove. Los huevos y los ejemplares en estados de larva se obtienen por medio de mangas planctónicas de arrastre durante el período de desove, a fin de completar una serie de estados identificados, lo que necesitamos como base para estudios futuros de la distribución geográfica y temporal del desove en el Golfo. Una serie de ejemplares juveniles ha sido coleccionada e identificada hasta un tamaño de 21 milímetros, y conocemos las características generales de los huevos maduros en los ovarios. Trabajando desde ambos extremos de las series, podemos, en consecuencia, completar la identificación de los estados intermedios. Como existen varias otras anchoas tropicales con huevos y larvas similares, esta es una tarea que presenta alguna dificultad, pero es necesaria como base de los estudios de la distribución de huevos y larvas tanto en Panamá como en otras áreas.

El trabajo se continuará en éstas y otras ramas de nuestro estudio durante el próximo año, para estudiar los detalles de la historia natural de esta importante especie de carnada en el área de que nos ocupamos en el presente capítulo. Se comenzará un estudio sobre los movimientos migratorios por medio de marcaciones, así como sobre la investigación de algunas de las relaciones ecológicas de esta especie.

La gran población de anchovetas, los extensos recursos en camarones y otras apreciables fuentes de pesca en el Golfo de Panamá, se cree que son el resultado de una alta y extraordinaria productividad básica de esta región debida al intenso afloramiento que se opera durante la estación "seca", desde los alrededores de enero hasta mayo. La naturaleza de los fenómenos meteorológicos y físicos que se presentan en esta área se conoce bastante bien por una extensa serie de registros meteorológicos, de medidas del nivel del mar y de datos sobre la temperatura del océano a la entrada del Canal, que han sido recolectados por la Compañía del Canal de Panamá por cerca de cincuenta años. Un estudio oceanográfico efectuado en 1933 por el barco *Hannibal*, de la Armada de los Estados Unidos, en el Golfo de Panamá y mares adyacentes, ha contribuido en gran escala a aumentar nuestro conocimiento. Parece que durante el período comprendido entre los alrededores de enero a abril o mayo, los vientos del norte aumentan en frecuencia y fuerza. La fuerza del viento sobre la superficie del mar arrastra lejos de la costa las aguas superficiales, que son reemplazadas por aguas más frías y de mayor salinidad que afloran de las capas más profundas. Como resultado de esto se operan, una marcada depresión en el nivel promedio del mar, un descenso de temperatura y un aumento en la salinidad del Golfo de Panamá. Como las aguas profundas que afloran a la superficie son ricas en elementos nutritivos, se cree que fertilizan las aguas del Golfo y son la base de la productividad biológica del área.

A fin de determinar la relación de los fenómenos biológicos con los fenómenos físicos en el Golfo, hemos instalado una estación, cerca de 10 millas al sureste de la Isla de Taboga, que se ocupa dos veces al mes, regularmente, para tomar muestras de agua a diversas profundidades, las que se analizan en cuanto a salinidad, oxígeno y hierro. Se proyecta también determinar fosfato inorgánico, pero el mal funcionamiento del equipo ha impedido esto inicialmente, y puede que lleguemos a medio año de 1955 antes de hacer un comienzo en este asunto.

La temperatura desde la superficie hasta el fondo se mide con un batitermógrafo. La reserva de fitoplancton mezclado se determina por medio de arrastres verticales cuantitativos, con una red de veinte centímetros hecha de cedazo de seda de 173 luces por pulgada. La composición de las especies se determina con muestras cuantitativas de botellas de agua, y las determinaciones son hechas por un científico de la Institución Scripps de Oceanografía que coopera con la Comisión. La productividad básica se mide por la técnica de Carbon 14, también con la ayuda de un científico de Scripps. La reserva de zooplancton se determina por arrastres cuantitativos con una red estandar de medio metro de gasa de seda de 40XXX con una bolsa de 56XXX. Estos datos, junto con la serie de observaciones ya hechas por la Compañía del Canal, tienen que proporcionar una buena base para elucidar los efectos biológicos del afloramiento en esta área en extremo interesante y de tanta importancia. Como los records de la Compañía del Canal cubren tantos años, el conocimiento de las relaciones entre los

fenómenos físicos y los efectos biológicos debe conducirnos a una base para comprender tanto las tendencias a largo plazo, como las variaciones a corto término en la carnada y en otras pesquerías de Panamá.

Investigaciones en el Golfo de Nicoya

Las investigaciones en el Golfo de Nicoya fueron continuadas durante 1954 en nuestro laboratorio regional de Puntarenas, Costa Rica. Esas investigaciones, basadas en recolecciones y observaciones hechas en ese laboratorio, han consistido en lo siguiente: (1) Continuación de los estudios de las anchoas y peces parecidos al arenque que se encuentran en el Golfo. (2) Observaciones y recolecciones para estudiar la restauración de la población de anchovetas y para conocer la biología y ecología de esa especie. (3) Continuación del registro de las condiciones hidrográficas.

Durante 1952 y 1953, a pesar de la extensa recolección y observaciones en todas partes del Golfo de Nicoya, no logramos encontrar un solo ejemplar de la anchoveta, que fué abundante hasta 1947. En el curso de este trabajo se recogió mucho material sobre las diversas especies de anchoas y arenques que habitan el Golfo y que también se presentan en otras áreas del litoral del Pacífico Oriental tropical. El estudio de este material es valioso para la Comisión por dos razones: (1) Unas pocas de estas especies son empleadas algunas veces como carnada para el atún, aquí y en otras partes. (2) La determinación de características taxonómicas de los estados adultos y jóvenes de estas especies es una parte necesaria del trabajo que comprende la identificación de los estados larvales y juveniles, que tiene aplicación en todas las áreas en donde la Comisión pueda estudiar las anchovetas y otras especies de carnada que tienen relación con éstas. El señor C. L. Peterson, de nuestro personal, que estuvo en Puntarenas hasta principios de 1954, ha dedicado, en consecuencia, una buena parte del año a trabajar en el laboratorio de nuestras oficinas principales y en la Universidad de California en Los Angeles, en el estudio de todo este material, y está a completar un informe para la publicidad sobre la taxonomía de las anchoas y arenques del Golfo de Nicoya, y sobre algunos aspectos de su historia natural y ecología. Como existen trece especies de anchoas además de la anchoveta, así como nueve especies de arenques en nuestras colecciones del Golfo de Nicoya, ésta ha sido una tarea algo compleja.

Se recogieron hembras sexualmente maduras de casi todas las especies, permitiendo la determinación del tamaño y forma de los huevos, lo que es valioso para solucionar en definitiva el problema de identificar los huevos pelágicos de la anchoveta. Desafortunadamente el tamaño y la forma no son características suficientes para esto, porque varias especies tienen huevos de los mismos tamaños y forma que la anchoveta. El campo, sin embargo, se ha reducido a alrededor de ocho especies, de las cuales tienen que estudiarse características adicionales de las ovas y larvas.

En el otoño de 1953, la Comisión efectuó un experimento de transplante de anchovetas de Panamá al Golfo de Nicoya, para determinar si una pobla-

ción puede restablecerse por ese medio. La evaluación de este experimento fué, durante 1954, y continúa siendo, la más importante misión de los miembros de nuestro personal en Puntarenas. Con este propósito se hacen regularmente recolecciones y observaciones en diferentes partes del Golfo.

A principios de octubre de 1953, cerca de medio millón de anchovetas adultas y maduras se transportaron de la Bahía de San Miguel, Panamá, al Golfo de Nicoya, y fueron liberadas el 9 de octubre en las vecindades de la Isla de Chira. Se informó en octubre y noviembre sobre pequeñas manchas de peces que se creía eran anchovetas, cerca de la Isla de Chira y de Puntarenas, pero solamente dos especímenes fueron recapturados en la tercera y cuarta semana que siguieron al trasplante. Los dos parecían estar bien alimentados y se encontraban en estado avanzado de madurez sexual. A pesar de la intensa recolección, no se capturaron anchovetas adultas o juveniles durante el resto del año 1953 ni en la primera parte de 1954. Sin embargo, el 11 de mayo comenzaron a aparecer especímenes en las recolecciones con la red de arrastre, entre Barranca y Río Grande; se capturaron 152 entre el 11 y el 31 de mayo. Variaban entre 95 y 121 milímetros de largo, con un promedio aproximado de 110 milímetros. Eran considerablemente más pequeñas que los adultos transplantados de Panamá y, a juzgar por las proporciones de crecimiento de los peces de Panamá, el tamaño que tenían indicaba de cuatro a seis meses de edad. Se presume, en consecuencia, que eran la progenie de los peces transplantados. Entre el 15 y el 28 de junio se encontraron 68 especímenes más en las recolecciones con red de arrastre en la misma área, y éstos eran cerca de diez milímetros más largos que los capturados en mayo. Otros especímenes, con un promedio de tamaño cada vez mayor, fueron capturados en setiembre, octubre y a principios de noviembre. Esta es una buena evidencia de que existe una población de peces en desarrollo. En noviembre, los ejemplares medían alrededor de 130 milímetros de largo, en promedio.

En agosto fueron recogidos por primera vez especímenes en estado avanzado de madurez sexual y se siguió encontrando ejemplares en similar condición durante el otoño. Las mediciones de los tamaños de las muestras de los huevos (ovales) encontrados en los ovarios de esas anchovetas, indicaron que en las recolecciones había peces cuyo desove era inminente durante todo el período de agosto a octubre, de lo que se infiere que las anchovetas estuvieron desovando en el Golfo de Nicoya por lo menos durante todo ese período. Nuestra embarcación fué sometida a reparaciones durante casi todo el mes de noviembre, y por esto se desconoce la fecha terminal de aparición de adultos sexualmente maduros.

Las anchovetas jóvenes, producto del desove de 1954, se recolectaron por primera vez en diciembre. Un barco con base en Puntarenas recogió por lo menos 100 especímenes de cerca de 90 milímetros de largo (promedio) cerca de Isla Negritos, el 21 de diciembre, y se informó que habían sido vistas algunas manchas o escuelas de esos peces. El 29 de diciembre, miem-

bro de nuestro personal recogieron 25 especímenes de tamaño menor, entre 25 y 33 milímetros de largo, en una red de playa que emplearon en Pájaro, cerca de la Isla Negritos. Si las anchovetas crecen en el Golfo de Nicoya como en Panamá, los peces de 90 milímetros tienen de cuatro a cinco meses de edad, en tanto que los de 30 milímetros son probablemente un poco mayores de un mes. Esto, desde luego, está de acuerdo con el largo período de desove que se aprecia por las gónadas de los adultos capturados a fines del verano y otoño.

Las observaciones y recolecciones continuarán, por supuesto, durante 1955 para mantener contacto con las anchovetas del Golfo y para determinar, si es posible, con qué rapidez crece la población. El experimento parece dar mucho mayores esperanzas de buen éxito que las que se tenían por esta misma fecha el año pasado.

Durante 1953 y 1954, con posterioridad al transplante de las anchovetas, se continuaron las recolecciones de plancton a intervalos regulares en diversas partes del Golfo, para poder determinar si aparecen huevos y larvas de esta especie. Este ha sido un medio directo de verificar el desove en el Golfo en ambos años. El trabajo lento de escoger huevos y larvas de estas recolecciones ya ha sido terminado. Sin embargo, no estamos todavía en condiciones de distinguir entre los huevos y larvas de las anchovetas y los de algunas especies similares. Este problema, que es difícil, tendrá que ser resuelto para que el material de las colecciones pueda ser identificado. Para resolverlo, debemos formar series de los estados de desarrollo de las anchovetas y de las especies relacionadas, y aprender a reconocer las características que identifiquen a cada una. Esto se hace con base en el material recogido en Costa Rica y Panamá, pero no se espera terminarlo por algún tiempo.

De Marzo de 1952 a agosto de 1953, se hicieron observaciones de temperatura y salinidad, a intervalos de un mes aproximadamente, a diversas profundidades en nueve estaciones del Golfo de Nicoya. También se hicieron arrastres con red para determinar la reserva de organismos planctónicos. Estas observaciones han sido reducidas a seis por año en cinco estaciones, para determinar las variaciones anuales en las condiciones hidrográficas en diferentes partes del Golfo. En octubre de 1954, también fué instalado en el muelle de Puntarenas un termógrafo de registro continuo, y semanalmente se toman muestras de la superficie para determinar los cambios de salinidad en esta localidad.

Para obtener una base de conocimiento de la relación entre la climatología local y la hidrografía del Golfo de Nicoya, se han recogido de los archivos del Gobierno y de otras oficinas, datos meteorológicos históricos de varias estaciones cerca del Golfo y en la Meseta Central. Los datos corrientes se recogen rutinariamente.

Estos datos hidrográficos y meteorológicos son valiosos, en combinación con las observaciones biológicas, en el conocimiento de la ecología de la anchoveta y especies similares que se encuentran en el Golfo de Nicoya. La síntesis y el análisis de la información recogida con este propósito, se están haciendo muy despaciosamente, debido a la necesidad de dedicar la mayor parte de nuestro tiempo a problemas de gran importancia inmediata.

Publicación de los resultados de la investigación

La cantidad de información que ha sido y sigue siendo recogida por el personal con respecto a las diversas líneas de investigación, nos exige dedicar una mayor parte de nuestro tiempo al análisis e interpretación, más que a la recolección. Algunos estudios han progresado lo suficiente como para merecer que se publiquen. La Comisión edita los informes científicos de los miembros de su personal y de los hombres de ciencia que colaboran en su *Boletín*. Dos números del *Boletín* han sido publicados durante 1954, y dos más, que han sido terminados en ese mismo año se encuentran en prensa; los títulos han sido dados en el informe de los Delegados (página 20).

Los miembros del personal de la Comisión también publican trabajos sobre los resultados de algunas de sus investigaciones en otras revistas científicas. Siete de esas contribuciones que han sido publicadas o se encuentran en prensa, se citan a continuación:

1. Schaefer, M. B.
1953—Algunos aspectos biológicos de la corriente peruana.
Boletín Sociedad Geográfica de Lima, Tomo LXIX, 1952, pp. 83-93.
2. Shimada, B. M.
1954—On the distribution of the big-eyed tuna, *Parathunnus sibi*, in the tropical Eastern Pacific.
Pacific Science, April 1954, pp. 234-235.
3. Schaefer, M. B.
1954—Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch.
Proc. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 6th Annual Session, Nov. 1953, pp. 53-64.
4. Schaefer, M. B.
1954—Development and conservation of the tuna fisheries of the Pacific.
Proc. 8th Pacific Science Congress, *In press*.

5. Juhl, Rolf
1955—Notes on the feeding habits of sub-surface yellowfin and big-eyed tuna of the Eastern Tropical Pacific.
Calif. Fish & Game, Vol. 41, No. 1, pp. 99-101.
6. Wilson, R. C. and Shimada, B. M.
1955—Tuna longlining: Results of a cruise to the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Calif. Fish & Game, Vol. 41, No. 1, pp. 91-98.
7. Menzies, R. J., T. E. Bowman and F. G. Alverson
1955—Studies on the biology of the fish parasite *Livoneca convexa* (Crustacea, Isopoda, Cymothoidae) Richardson.
Wassman Journal of Biology, *In press*.

